



**CENTRO UNIVERSITÁRIO DE BRASÍLIA - UniCEUB**  
**CURSO DE ENGENHARIA DE COMPUTAÇÃO**

**DANILO RESENDE ALMEIDA**

**PROJETO DE CABEAMENTO PARA UMA REDE DE TELECOMUNICAÇÕES**  
**ESTRUTURADA**

**BRASÍLIA-DF**

**2013**

**DANILO RESENDE ALMEIDA**

**PROJETO DE CABEAMENTO PARA UMA REDE ESTRUTURADA**

Trabalho apresentado ao Centro  
Universitário de Brasília  
(UniCEUB) como pré-requisito  
para a obtenção de Certificado de  
Conclusão de Curso de Engenharia  
de Computação.

Orientador:

Prof. MsC Francisco Javier de  
Obaldia Díaz,

Brasília

2013

**DANILO RESENDE ALMEIDA**

**PROJETO DE CABEAMENTO PARA UMA REDE ESTRUTURADA**

Trabalho apresentado ao Centro  
Universitário de Brasília  
(UniCEUB) como pré-requisito  
para a obtenção de Certificado de  
Conclusão de Curso de Engenharia  
de Computação.

Orientador:

Prof. MsC Francisco Javier de  
Obaldia Díaz,

Este Trabalho foi julgado adequado para a obtenção do Título de Engenheiro de Computação,  
e aprovado em sua forma final pela Faculdade de Tecnologia e Ciências Sociais Aplicadas -

FATECS.

---

Prof. Abiezer Amarilia Fernandes  
Coordenador do Curso

**Banca Examinadora:**

---

Prof. Francisco Javier de Obaldía Díaz - Mestre.  
Orientador

---

Prof. Andressa, Mestre.  
Uniceub

---

Prof. Fernando Chagas, Mestre.  
Uniceub

## **AGRADECIMENTO**

Agradeço primeiramente a Deus, aos meus pais e familiares pelo apoio por todos esses anos, aos professores pelo ensinamento e aos colegas pela amizade.

## SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS .....	VI
LISTA DE TABELAS .....	VIII
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS .....	IX
 RESUMO .....	 11
ABSTRACT .....	12
1. INTRODUÇÃO .....	13
1.1 MOTIVAÇÃO .....	14
1.2 OBJETIVOS GERAIS .....	14
1.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	14
1.4 RESULTADOS ESPERADOS.....	15
1.5 ESTRUTURA DA MONOGRAFIA .....	15
 2. APRESENTAÇÃO DO PROBLEMA .....	 16
2.1 CARACTERÍSTICA DA REDE EXISTENTE .....	17
2.2 CATEGORIA DO CABEAMENTO ATUAL .....	18
2.2.1 DISTRIBUIÇÃO DO CABEAMENTO .....	18
2.2.2 DISTRIBUIÇÃO DOS PONTOS NOS SETORES .....	19
2.2.3 TIPO DE PISO E FORRO .....	19
2.2.4 LOCALIZAÇÃO DOS HACKS NOS ANDARES .....	19
2.2.5 TOMADAS .....	20
2.2.3 CONCLUSÃO DO LEVANTAMENTO DA SITUAÇÃO ATUAL .....	21
 3. REFERENCIAL TEÓRICO .....	 22
3.1 CABEAMENTO ESTRUTURADO .....	22
3.2 NORMAS UTILIZADAS NO DESENVOLVIMENTO DO PROJETO .....	22
3.3 MODELO DE SOLUÇÃO .....	24
3.3.1 SUBSISTEMA ÁREA DE TRABALHO .....	25
3.3.2 SUBSISTEMA CABEAMENTO HORIZONTAL .....	26
3.3.3 SUBSISTEMA CABEAMENTO VERTICAL .....	27
3.3.4 SUBSISTEMA ARMÁRIO DE TELECOMUNICAÇÕES .....	28

3.3.5 SUBSISTEMA SALA DE EQUIPAMENTOS .....	29
3.3.6 SUBSISTEMA FACILIDADE DE ENTRADA .....	30
3.3.7 SUBSISTEMA ADMINISTRAÇÃO .....	31
3.4 MODELOS TOPOLÓGICOS E MODELO DE ARQUITETURA .....	32
3.5 MEIOS FÍSICOS .....	33
 4. PROPOSTA DE SOLUÇÃO .....	 34
4.1 DEFINIÇÃO DO SUBSISTEMA ÁREA DE TRABALHO .....	34
4.2 DEFINIÇÃO DO SUBSISTEMA CABEAMENTO HORIZONTAL.....	35
4.3 DEFINIÇÃO DO SUBSISTEMA CABEAMENTO VERTICAL.....	38
4.4 SUBSISTEMA ARMÁRIO DE TELECOMUNICAÇÕES.....	39
4.5 SUBSISTEMA SALA DE EQUIPAMENTOS .....	41
4.6 SUBSISTEMA FACILIDADE DE ENTRADA .....	41
4.7 SUBSISTEMA ADMINISTRAÇÃO .....	41
4.8 PLANO DE TESTE E DOCUMENTAÇÃO DA REDE .....	42
 5. APLICAÇÃO DE SOLUÇÃO .....	 45
5.1 O EQUIPAMENTO FLUKE DTX 1800 CABLEANALISER™ .....	57
 CONCLUSÃO .....	 67
 REFERÊNCIAS .....	 68
 ANEXO A .....	 70
ANEXO B .....	74

## LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1 - Área de Trabalho em um Laboratório de Informática

Figura 2.2 - Área de Trabalho em uma Sala de Aula

Figura 2.3 - Área de Trabalho em uma sala administrativa

Figura 2.4 – *Rack* de 5U

Figura 2.5 – *Rack* de 44U

Figura 3.1 – Subsistemas de Cabeamento Estruturado

Figura 3.2 – Subsistema Área de Trabalho

Figura 3.3 – Subsistema Cabeamento Horizontal

Figura 3.4 – Subsistema Cabeamento Vertical

Figura 3.5 – Subsistema Armário de Telecomunicações

Figura 4.1 – Disposição dos equipamentos no rack

Figura 5.1 – Esquemático do modelo da solução

Figura 5.2 – Fluke DTX 1800

Figura 5.3 – Dados do Par

Figura 5.4 – Perda de inserção

Figura 5.5 – Piores margens teste NEXT

Figura 5.6 – Piores valores teste NEXT

Figura 5.7 – Gráfico unidade principal NEXT

Figura 5.8 – Gráfico unidade remota NEXT

Figura 5.9 – Teste de PS-NEXT

Figura 5.10 – Teste de PS-NEXT

Figura 5.11 – Teste de ACR-N

Figura 5.12 – Teste de PS-ACR-N

Figura 5.13 – Teste de ACR-F

Figura 5.14 – Teste de PS-ACR-F

Figura 5.15 – Teste de RL – *Return Loss*

Figura A.1 – Teste 1

Figura A.2 – Teste 2

Figura A.3 – Teste 3

Figura A.4 – Teste 4

Figura B.1 – *Layout* do Térreo

Figura B.2 – *Layout* do 1º Andar

Figura B.3 – *Layout* do 2º Andar



**LISTA DE TABELAS**

Tabela 2.1 - Quantidade de pontos por andar

Tabela 3.1 – Tabela de Cores dos Cabos - Norma EIA/TIA 606

Tabela 4.1 – Distribuição dos Pontos

Tabela 4.2 – Cabeamento estruturado e componentes

Tabela 4.3 – Fibra óptica e componentes

Tabela 4.4 – Planilha com materiais estimados

Tabela 5.1 – Possíveis causa de resultado de teste (Fluke Networks, 2013)

Tabela 5.2 – Parâmetros para Certificação

Tabela 5.3 – Testes Realizados

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

ANSI – *American National Standards Institute*

BC – *Backbone Cabling* – Cabeamento Backbone

BICSI – *Building Industry Consulting Service International*

Cat – Categoria do cabeamento

dB – Decibel

DG – Distribuidor Geral

ER – *Equipment Room* – Sala de equipamento

EF – *Entrance Facility* – Facilidade de entrada

EIA – *Electronic Industries Alliance*

*Elfext* – *Equal Level Fext* – *Fext* sem levar em consideração a atenuação, também chamado de ACR-F

*ETHERNET* – Padrão de rede com taxa de transmissão de 10 Mbps

*FAST ETHERNET* – Padrão de rede com taxa de transmissão de 100 Mbps

*Fext* – *Far End Crosstalk* – Medição do ruído acoplado em um par adjacente do cabo de par trançado, distante da inserção do sinal

*GIGABIT ETHERNET* – Padrão de rede com taxa de transmissão de 1 Gbps

HC – Cabeamento Horizontal - *Horizontal Cabling*

IEEE – The Institute of Electrical and Electronic Engineers, Inc

*Interbuilding* – Entre edifícios

*Intrabuilding* – Interno aos edifícios

ISO – International Standards Organization

MHz – *Megahertz*

*NEXT* – *Near End Crosstalk* – Medição do ruído acoplado em um par adjacente no local onde o sinal está sendo injetado

*Patch Cord* – Cabo terminado em somente um ou nos dois lados

*Power Sum Elfext* – Medição de ruído, semelhante ao *Elfext*, porém com inserção de sinal em três pares, e leitura do ruído no par restante, também chamado de PS ACR-F

*Power Sum Next* – Medição de ruído, semelhante ao *Next*, porém com inserção de sinal em três pares e leitura do ruído no par restante

*Return Loss* – Perda de Retorno

ScTP – *Screened Twisted Pair* – Par trançado e blindado por fita metalizada e por malha de fios

SFF – Small Form Factor – Conectores ópticos de pequeno tamanho

TC – *Telecommunications Closet* – Armário de telecomunicações

TIA – *Telecommunication Industry Association*

UTP – *Unshilded Twisted Pair* – Par Trançado Não Blindado

VOIP – *Voice Over Internet Protocol*

WA – *Work area* – Área de trabalho

## RESUMO

A necessidade de modernização das redes de telecomunicação estruturadas e adequação em relação às normas vigentes tem sido de suma importância para que se tenha um bom desempenho, maior segurança e melhor disponibilidade. As redes não estruturadas de telecomunicação ou em desacordo com as normas causam uma série de transtornos aos seus usuários e não permitem um crescimento ou adequação a situações futuras. Este projeto visa apresentar uma solução de rede estruturada e projeto para um novo espaço de crescimento de rede e de integração de rede existente.

Foi elaborado de acordo com o conjunto de normas, padrões e especificações existentes para a elaboração de projetos de redes estruturadas. As recomendações apresentadas nesse projeto darão uma base segura e confiável para a implantação de uma nova rede. Como resultado, serão apresentados indicadores que qualificam o projeto de cabeamento estruturado em termos de parâmetros e desempenho conforme as normas.

Palavras-chave: Retrofit. Rede estruturada. Normas. Desempenho.

## **ABSTRACT**

The need to modernize structured telecommunication networks and to adapt them to the existing standards have been of paramount importance for a good performance, greater security and better availability of our work. Unstructured telecommunication networks or those in disagreement with the rules bring several inconveniences to its users and hamper its improvement or adequacy to future situations. This project aims to provide a structured network solution and a project to increase this network and integrate it with the existing one.

The project was prepared in accordance with the norms, standards and specifications for developing structured network projects. The recommendations presented in this project will provide a safe and reliable basis to implement a new network.

Key-words: Retrofit. Structured networks. Standards. Performance.

## CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO

Muitas redes de telecomunicações comerciais estão obsoletas e necessitam de uma adequação para as necessidades atuais e futuras. Existe ainda a preocupação com a possível expansão de tais redes. É necessário que seja feito todo um estudo das necessidades atuais para adequação às normas, e um projeto que atenda a área a ser ampliada; um projeto do cabeamento estruturado. Apesar de algumas redes serem estruturadas muitas não seguem a risca as normas de cabeamento estruturado e, além disso, precisando ser readequadas após uma minuciosa avaliação física, assim como uma possível proposta de readequação às normas, inclusive sendo necessário refazer todos os testes de certificação.

Nos últimos anos, as redes de comunicação de dados de várias organizações têm sofrido mudanças significativas. A grande preocupação em disponibilizar mais informações e acessos mais rápidos e confiáveis para as instituições governamentais, as empresas privadas ou mesmo aos cidadãos de forma geral é o principal objetivo.

Em virtude dessa necessidade grande parte dos projetos de infraestrutura passaram a ser feitos de forma mais criteriosa, levando-se em consideração os padrões e normas nacionais e internacionais.

Muitas empresas não possuem redes estruturadas, o que origina muitos problemas, dentre eles a questão da escalabilidade, ou seja, o crescimento da rede não é levado em consideração, assim como não há planejamento para futuras mudanças de *lay-out* nas instalações. Estas redes não são preparadas para atender as tecnologias futuras.

É muito comum a improvisação nas empresas de sistema de cabeamento sem existir um planejamento e estudos adequados. Muitos dos problemas em uma rede são causados por problemas de cabeamento, fazendo com que se diminua o desempenho, travamentos e até perda de dados na rede. Outro grande problema encontrado por essas empresas é a dificuldade de mudança de *lay-out* de usuários.

“Um sistema de cabeamento estruturado pode ser projetado e instalado sem que se conheçam, a priori, as posições de trabalho e os serviços que serão usados em cada posição;

por isso o cabeamento estruturado é também denominado pré-cabeamento ou cabeamento genérico.” (MARIN, 2008).

“Outra definição fundamental de um sistema de cabeamento estruturado é que todas as tomadas presentes nas áreas de trabalho, bem como outras dependências do edifício são tomadas de telecomunicações e podem ser usadas para qualquer serviço de telecomunicações do edifício.” (MONTORO, 2011).

“A utilização dos sistemas estruturados no projeto de redes torna possível conectar, em um mesmo ponto de ligações, computadores, sistemas de telefonia e alarme, sistema de distribuição de vídeo e TV a cabo, etc. Logo um sistema de cabeamento estruturado tem como característica básica ser um sistema de multimídia capaz de proporcionar acesso a vários sistemas de comunicação (Voz, Dados, Imagens, sinais de controle) através de um único sistema de cabeamento.” (PINHEIRO, José Maurício).

### **1.1 – Motivação**

Muitas redes ainda são feitas sem um planejamento adequado. Todo e qualquer sistema de cabeamento estruturado, precisa de um projeto e adequação às normas em vigência. Com isso evitam-se possíveis falhas e torna-se mais fácil uma eventual expansão da rede.

### **1.2 – Objetivos Gerais**

Elaborar um Projeto de Cabeamento Estruturado, adequando a rede existente, integrando a nova infraestrutura, avaliando o desempenho, expondo o benefício da utilização das normas de cabeamento estruturado.

### **1.3 – Objetivos Específicos**

- Elaborar um diagnóstico na atual infraestrutura da rede de telecomunicações estruturada em uma escola;
- definir, junto ao cliente, quais são as premissas para a nova infraestrutura de rede e

necessidades de adequação;

- elaborar o modelo de solução para a nova infraestrutura de rede e adequação da rede existente, baseada em padrões e normas vigentes;
- dimensionar a nova infraestrutura de rede;
- definir a documentação e os critérios de certificação para a nova infraestrutura de rede;

#### **1.4 – Resultados Esperados**

Além da elaboração de um projeto de cabeamento estruturado, documentado, com todos os passos, pretende-se avaliar o desempenho e explicar os benefícios da utilização das normas de cabeamento estruturado, demonstrando com um protótipo reduzido seus subsistemas segundo a norma ANSI/TIA/EIA 568C.

#### **1.5 – Estrutura da Monografia**

A monografia se baseia em seis capítulos, o primeiro capítulo é o capítulo da introdução. O segundo é a apresentação do problema, onde é mostrado em modo geral que algumas redes ainda não seguem as normas vigentes. O capítulo três é o referencial teórico, onde é mostrado o embasamento teórico em que foi feita esta monografia, enfatizando na utilização de algumas normas da ANSI/TIA/EIA. O capítulo quatro mostra a proposta de solução, em que são apresentados a solução e os equipamentos recomendados pelas normas. O capítulo cinco apresenta a implementação da proposta e o capítulo seis apresenta as conclusões.



## **CAPÍTULO 2 - APRESENTAÇÃO DO PROBLEMA**

Geralmente, as atuais redes de telecomunicação estruturadas se encontram obsoletas e necessitando de uma adequação para as necessidades atuais e futuras. Principalmente as que foram projetadas e implantadas há mais de cinco anos. Além das novas aplicações que surgiram nos últimos anos, que demandam grande quantidade de banda, novos equipamentos de conectividade e cabeamento mais moderno, surgiram. Existem ainda espaços vagos e que serão ocupados. É necessário que seja feito todo um estudo da atual situação para adequação às normas e um projeto que atenda a área a ser ampliada, ou seja um projeto de cabeamento estruturado. Esta rede remanescente deverá passar por uma avaliação física e ser novamente certificada de tal forma a garantir um bom desempenho.

Também, de modo geral, como ocorre no ambiente que trata este projeto, fica caracterizado o desejo do cliente que seja feito todo um trabalho de readequação da rede atual, pois a mesma apresenta problemas tais como a passagem de cabos próximos a redes elétricas, excesso de cabos nos dutos e eletrocalhas ou inexistência de dutos. Tem-se ainda uma nova área a ser atendida e que requer todo um projeto de cabeamento estruturado e que possa ser integrado à estrutura de cabeamento existente.

É então gerada uma proposta apontando quais os serviços e modificações necessárias para a infraestrutura da rede, porém, como se trata apenas de uma readequação, e conforme necessidades, determina-se que a nova infraestrutura deve atender aos seguintes itens:

- Atualização da infraestrutura de tal forma a permitir uma vida útil em torno de cinco anos;
- Atendimento as atuais e futuras aplicações tais como videoconferência, VOIP, aplicativos que exigem a transmissão de imagens, etc;
- Taxas de transmissão da ordem de 1Gbps (Giga Bit por segundo) para as estações de trabalho;
- Aumento da quantidade de pontos atuais para atendimento da nova;
- Elaboracao de testes de certificação para a rede existente e para a nova rede.

A seguir foi apresentado um levantamento da situação atual e a análise da situação atual da rede.

O levantamento da rede atual e das necessidades atuais e futuras consiste em realizar diversas vistorias e reuniões com o cliente de modo a levantar o maior número de informações que irão nortear o projeto de adequação e de cabeamento para o novo espaço a ser atendido.

Neste levantamento será verificada a infraestrutura das instalações, tais como: tipo de piso, forro, localização dos armários de telecomunicações, número de estações de trabalho, categoria do cabeamento, localização da sala dos servidores etc. Este levantamento, para posterior análise, é feito através de uma visita ao cliente, e o procedimento é de extrema importância para dar base para o desenvolvimento do projeto.

Por meio desta vistoria e de reuniões o cliente informa as suas necessidades atuais e futuras. Deste levantamento foram obtidas as seguintes informações conforme descritas no item 2.1:

## **2.1 – Caracterização da Rede Existente**

O prédio é utilizado para uma escola e possui uma área construída de aproximadamente oitocentos metros quadrados por andar, onde funcionam quatro cursos superiores. Possui três andares (térreo, primeiro e segundo andar), onde estão acondicionadas três laboratórios e toda a estrutura de administração da escola.

Analisando a rede atual dos laboratórios há de se notar que o cabeamento lógico e a rede elétrica, estão chegando juntos até a mesa onde se encontra o equipamento, o que pode causar interferência significativa. Conforme mostrado na figura 2.1, nota-se a presença dos estabilizadores sobre a mesa de trabalho e uma má distribuição dos equipamentos, além da presença de cabos soltos e não acondicionados em dutos.



Figura 2.1 - Área de Trabalho em um Laboratório de Informática

## **2.2 – Categoria do Cabeamento Atual**

No cabeamento horizontal o meio de transmissão utilizado é o cabo UTP cat. 5e. Este cabo foi projetado para trabalhar em bandas de frequência da ordem de 100 MHz, podendo ser utilizado com o padrão Gigabit Ethernet.

No cabeamento vertical o meio utilizado é o cabo UTP cat. 5e também. Estes cabos não são os mais indicados atualmente para serem utilizados em cabeamento backbone devido ao alto nível de ruído que ocorre neste tipo de conexão e à sua limitação de largura de banda, que deve agregar o tráfego de várias conexões, se comparado com a fibra ótica, esta sim, indicada para este tipo de conexão.

### **2.2.1 – Distribuição do Cabeamento**

Foi verificado na análise da distribuição do cabeamento o modo como os cabos estão distribuídos no cabeamento horizontal e no cabeamento vertical. No cabeamento horizontal, os cabos são distribuídos por cima do forro e abaixo da laje. Os cabos sempre devem estar em eletrocalhas ou eletrodutos.

No caso dos laboratórios os cabos correm em canaletas de plástico que possuem divisão para cabos metálicos elétricos e da rede lógica, mas não é apropriada para distribuição do cabeamento horizontal devido ao material plástico utilizado ser propagante a chama. Neste caso aconselha-se utilizar eletrocalhas, pois a densidade de dispositivos é muito alta. (ANSI/TIA/EIA-569-B).

### 2.2.2 – Disposições dos Pontos nos Setores

Á maioria dos pontos estão situados nas divisórias nas salas administrativas e em dutos de PVC nos laboratórios. Na tabela 2.1, apresenta a quantidade de pontos encontrados antes da estruturação do cabeamento de telecomunicação do prédio

Tabela 2.1 – Quantidade de Pontos Existentes

Andar	Pontos de Rede Existentes
Térreo	72
1º Andar	33
2º Andar	21

### 2.2.3 – Tipo de Piso e Forro

O piso é todo composto de cerâmica, tanto nas salas administrativas como nos laboratórios, e o forro é composto de chapas de metal de aproximadamente 20 cm (vinte centímetros) de largura e as mesmas estão colocadas uma ao lado da outra.

### 2.2.4 – Localização dos *Racks* nos Andares

Estão presentes em cada laboratório um *rack* localizado no canto próximo a janela. Estes *racks* são de 5Us, ou seja, possui cinco espaçamentos para se colocar os equipamentos e do tipo fechados. Para atendimento nas salas administrativas da escola tem-se um *rack* localizado no térreo onde funciona a Sala de Equipamentos.

As figuras 2.3 e 2.4 apresentam o estado atual dos *racks* de parede dos laboratórios e do *rack* da Sala de Equipamentos onde estão acondicionados os equipamentos passivos e ativos de rede. Nota-se que apesar dos *patchcords* possuírem etiquetas de identificação, os mesmos encontram-se com os *patch cords* totalmente soltos e não acondicionados em organizadores horizontais.

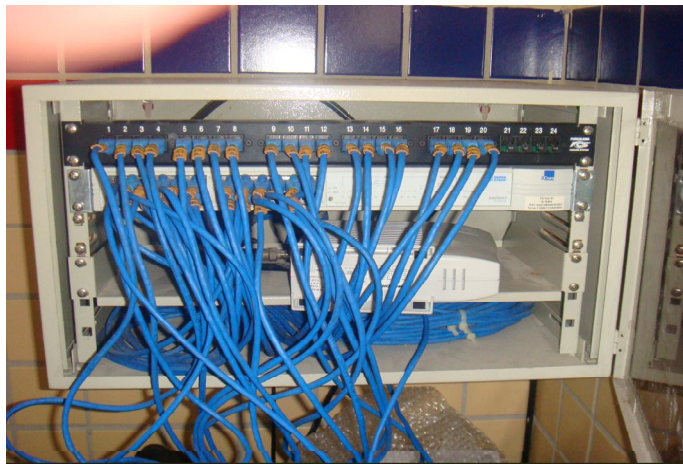


Figura 2.3 – Rack de 5U nos laboratórios



Figura 2.4 – Rack de 44U da sala de equipamentos

### 2.2.5 – Tomadas

As tomadas são do tipo de sobrepor de ferro galvanizado, quando existentes. Em alguns casos notou-se a falta de tomada e o cabo horizontal está com uma ponta conectorizada com conector do tipo RJ-45 macho, o que não é recomendado pela norma. Recomenda-se a utilização de tomadas e *patch cords* fazendo a ligação entre a tomada e o equipamento

### 2.2.6 – Conclusão do Levantamento da Situação Atual

Conforme o que foi visto na etapa do levantamento atual ficou totalmente caracterizado que a rede foi feita sem nenhum planejamento, quanto ao atendimento das normas de cabeamento 568C, 569B e 606A da TIA, conforme serão expostas nos próximos capítulos. Devido a isso a infraestrutura do sistema de cabeamento estruturado encontra-se em péssimas condições. Foi verificado que a distribuição do cabeamento horizontal é totalmente inadequada uma vez que os cabos estão praticamente jogados sobre o forro sem nenhuma proteção. Nas áreas de trabalho, a distribuição dos cabos é feita através de canos PVC, a norma 569B determina que esse encaminhamento seja feito através de eletrocalhas ou dutos. A organização dos equipamentos no *racks* deixa muito a desejar, pois, não existe um padrão de organização, também não existe nenhuma identificação nos cabos que interligam os equipamentos o que ocasiona uma série de dificuldades na hora de identificar o segmento de um ponto.

As salas em que estão os *racks* estão totalmente em desacordo com o que determinam as normas 568C, 569B e 606A, uma vez que as salas não são apropriadas por não oferecerem um espaço suficiente para manutenção e manobras dos mesmos. A norma 569B sugere que a sala de equipamentos tenha no mínimo 14 m<sup>2</sup> de área.

Após esses levantamentos ficou caracterizado que a infraestrutura do sistema de cabeamento estruturado precisa de uma reestruturação dentro dos padrões estabelecidos pela norma 569B de cabeamento de tal forma a garantir uma confiabilidade e bom desempenho para a nova rede.

## **CAPÍTULO 3 - REFERENCIAL TEÓRICO**

### **3.1 – Cabeamento Estruturado**

As redes estruturadas tiveram sua origem a partir da necessidade de criar redes locais dentro das instituições e que pudessem ser mais organizadas, seguras, com bom desempenho e que permitissem um menor custo de manutenção e possibilidade de crescimento.

Estas redes que inicialmente atendiam apenas as redes de dados foram se adequando a todos os serviços de telecomunicações.

Por volta dos anos 90 surgiram as primeiras normas de cabeamento estruturado, que permitiram uma padronização desde o uso de meios e conectores como a forma mais adequada de lançamento e acondicionamento dos cabos, bem como dimensionamento de estrutura capaz de suportar todas as aplicações de telecomunicações para uma situação atual e futura.

### **3.2 – Normas Utilizadas no Desenvolvimento do Projeto (Apostila de Tecnologia de Cabeamento Estruturado – AMP, 2013)**

A seguir são descritas as normas de cabeamento utilizadas no projeto:

- ABNT/NBR 14565(2012) - Norma brasileira que define procedimentos básicos para elaboração de projetos de cabeamento de telecomunicações para redes internas baseada nas normas internacionais ANSI/EIA/TIA568A, 569 e 606;
- ANSI/EIA/TIA 568C - Normas para cabeamentos em edifícios comerciais que devem suportar produtos diversos de diversos fornecedores. Fornece também informações que podem ser usadas para o projeto de produtos de telecomunicações para as instalações. O principal objetivo dessa norma é fornecer um padrão para o projeto e instalação de sistemas de cabeamento de telecomunicações que ofereça uma ótima relação custo/benefício seja na construção de empreendimento como nas mudanças que este receberá com o passar do tempo. A norma especifica os requisitos mínimos para cabeamento de telecomunicações dentro de um edifício e também entre edifícios de campus, determinando que o cabeamento deva suportar um grande numero de aplicações tais como voz, dados, texto, imagem, etc.

Esta Norma era, anteriormente, dividida em três, (568B.1 – Elementos gerais, 568B.2 – Componentes do cabo par-trançado, 568B.3 – Componentes da fibra óptica), agora dividida em quatro que se aplicam em ambientes que não eram antes suportados, (568C.0 - Cabeamento de telecomunicações genéricos para necessidades dos clientes, 568C.1 - Cabeamento de telecomunicações genéricos para edifícios comerciais, 568C.2 - Cabeamento de Par-Trançado e Componentes Padrão, 568.C3 - Componentes padrão do cabeamento de fibra óptica). Esta decisão foi tomada pela necessidade de se ter um padrão comum que poderia ser usado para atender às necessidades de cabeamentos genéricos, como acontece com o edifício comercial. Este é o caso da área comum dos aeroportos e centros comerciais.

- ANSI/EIA/TIA 607 - A norma EIA/TIA 607 define um padrão para o projeto e instalação de sistemas de aterramento dentro e entre edifícios, estipulando como regra básica a necessidade de se ter um único potencial de terra para todos os aterramentos existentes, isto é, termos os diversos aterramentos existentes no edifício interligados para evitar diferença de potencial entre eles. A norma define os elementos componentes do sistema de aterramento e como deve ser instalados nos diversos ambientes que compõe o sistema de cabeamento de telecomunicações.

- ANSI/EIA/TIA 606A - Norma para administração da infra-estrutura de telecomunicações em edifícios comerciais. Esta norma define os requisitos para a administração do cabeamento estruturado da edificação no que diz respeito à identificação de seus componentes e registro das informações específicas de cada elemento da infraestrutura de telecomunicações. A norma define que todos os elementos do sistema devem ser identificados. Os cabos, as terminações, os eletrodutos, as caixas de passagens, os *racks*, os painéis de manobra. Ela determina também que o único elemento que não necessita ser obrigatoriamente identificado são os cordões de manobra (*patch cords*) devido a serem elementos móveis.

- ANSI/EIA/TIA 569B – O objetivo dessa norma é especificar práticas de projetos e construções de infraestrutura dentro e entre edifícios para o encaminhamento do cabeamento e para a criação de espaços que acomodem acessórios de telecomunicações.



### 3.3 – Modelo de Solução

Um Sistema de Cabeamento de rede local consiste numa solução composta de cabos, conectores, adaptadores e dispositivos diversos, para atendimento às necessidades de interconexão de recursos de voz, texto, dados e imagem.

Tal solução apresenta as seguintes vantagens em relação aos sistemas convencionais de cabeamento de voz, dados e imagem (ULIANA, 2013):

- Arquitetura aberta permitindo a implementação de diversas tecnologias, tais como: Fast Ethernet, Gigabit Ethernet, sistemas de voz, vídeo, etc;
- baixo custo de operação e manutenção;
- velocidades variáveis de acordo com o meio de transmissão utilizado: cabos cat. 5e, cat. 6 e fibra óptica MM (*Multi Mode*) ou SM (*Single Mode*);
- menor tempo de ativação para novos pontos ou remanejamento de usuários, quando executado segundo as recomendações de quantização mínima;
- maior facilidade de gerenciamento;
- maior segurança, qualidade e flexibilidade;
- suporte a diferentes equipamentos e aplicações;
- interfaces de conexão padronizadas.

O modelo de solução utilizado para o desenvolvimento do projeto é baseado na norma EIA/TIA 568C, 569B e seus adendos que definem os subsistemas de cabeamento estruturado em sete subsistemas:

- Área de trabalho.
- Cabeamento Horizontal.
- Cabeamento Vertical.
- Armário de Telecomunicação.
- Sala de equipamentos.
- Facilidade de entrada.
- Administração.

A figura 3.1 apresenta todos os subsistemas, que serão detalhados nos itens 3.3.1 a 3.3.7.

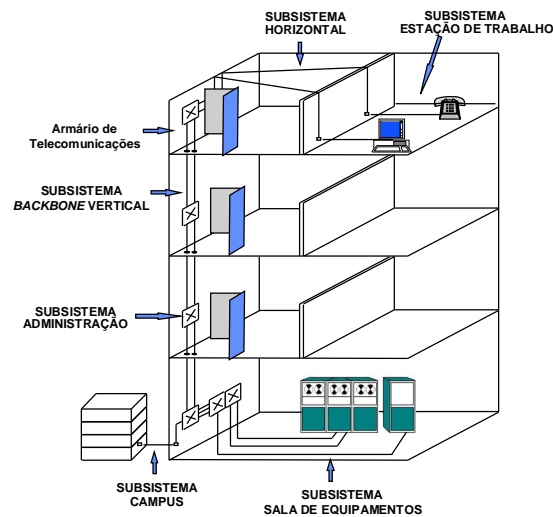


Figura 3.1 – Subsistemas de Cabeamento Estruturado (Apostila AMP, 2012).

### 3.3.1 – Subsistema Área de Trabalho

A Área de Trabalho se estende do conector que finaliza o cabeamento horizontal até o equipamento da Estação de Trabalho, conforme norma EIA/TIA 568-C1. Este subsistema é constituído de componentes que realizam a conexão dos dispositivos de telecomunicações utilizados pelos usuários, microcomputadores, telefones, fax, impressoras com placa de rede, entre outros, à rede. Estes componentes são as saídas de telecomunicações, que contém as tomadas de telecomunicações, e os cordões de linha (*line cords*).

Para propósito de projeto, a área de trabalho deve ter 7 m<sup>2</sup> e ter no mínimo uma tomada de telecomunicações. Em caso de dificuldades de adicionar-se mais tomadas de telecomunicações no futuro, deve-se providenciar duas tomadas de telecomunicações em posições opostas já na instalação inicial, com o propósito de facilitar as mudanças de lay-out dentro da mesma área.

São permitidas as seguintes variações para a Área de Trabalho, segundo a norma EIA/TIA 568-C1:

- MUTOA - *Multi-user Telecommunications Outlet Assemblies* (tomada de telecomunicações para multi-usuário).

- *Consolidation Point* (Ponto de Consolidação).
- Adaptações devem ser feitas externas ao *Outlet*.

Para redes metálicas, os componentes da área de trabalho são as tomadas de telecomunicações, composta de conectores fêmea RJ-45 e seu respectivo suporte. A figura 3.2 apresenta a posição da área de trabalho no sistema de cabeamento:

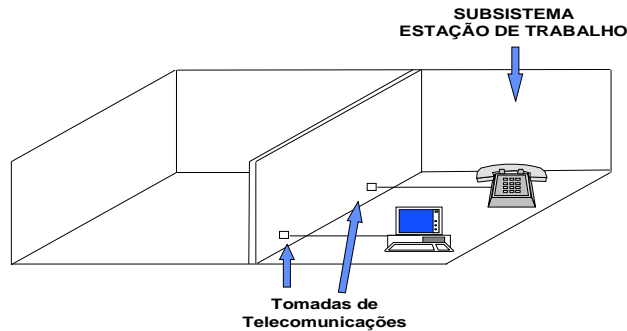


Figura 3.2 – Subsistema Área de Trabalho (Apostila AMP, 2012).

### 3.3.2 – Subsistema Cabeamento Horizontal

É a parte do Sistema de Cabeamento de Telecomunicações que se estende do conector localizado na área de trabalho até a Conexão Cruzada Horizontal localizada na Sala de Telecomunicações. Este subsistema está definido conforme norma EIA/TIA 568-C1 e o desenho esquemático é mostrado na figura 3.3.

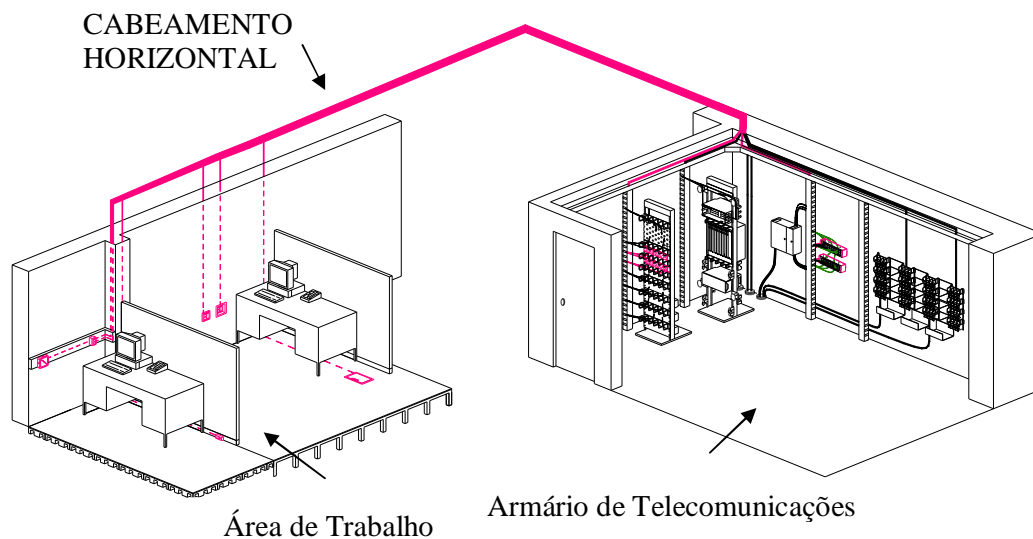


Figura 3.3 – Subsistema Cabeamento Horizontal (Apostila AMP, 2012).

Este subsistema interliga o subsistema área de trabalho ao subsistema armário de telecomunicações e é formado pelos seguintes componentes:

- Cabos horizontais.
- Caminhos horizontais (eletrodutos, bandejas e eletrocalhas); e,
- pontos de consolidação.

### 3.3.3 – Subsistema Cabeamento Vertical

Este subsistema representa a rede vertical ou grupo alimentador do cabeamento do edifício. Este subsistema está definido na norma EIA/TIA 568-C1. É o conjunto de cabos lançados verticalmente e interligando todos os andares do edifício aos pontos de administração. Estes pontos de administração estão localizados nos armários de telecomunicações e sala de equipamentos. A figura 3.4 mostra este subsistema. Nele, podem-se definir dois tipos de cabeamento *backbone*: o Cabeamento *Backbone Intrabuilding* que provê a interligação entre Sala de Telecomunicações, Sala de Equipamentos e Instalações de Entrada e o Cabeamento *Backbone Interbuilding* que provê a interligação entre Salas de Equipamentos de ambientes tipo Campus.

O cabeamento *backbone* é composto pelos seguintes componentes:

- Cabos verticais e
- Caminhos verticais (eletrocalhas, eletrodutos e bandejas).

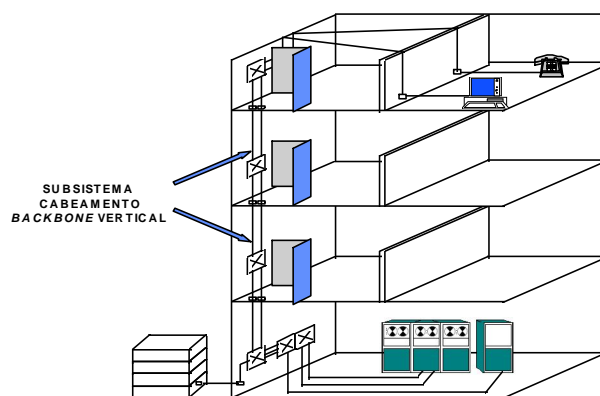


Figura 3.4 – Subsistema Cabeamento Vertical (Apostila AMP, 2012).

### 3.3.4 – Subsistema Armário de Telecomunicações

É a parte do Sistema de Cabeamento de Telecomunicações que promove a Conexão entre os Cabeamentos Vertical e Horizontal em cada pavimento. Este subsistema está definido na norma EIA/TIA 568-C1. Fazem parte deste subsistema os seguintes elementos:

- Os elementos ativos necessários à conexão dos equipamentos de telecomunicações dos usuários à rede, tais como *switches* e *Hubs*;
- Distribuidores ópticos para acomodar as conexões ópticas;
- Guias de cabos
- *Patch panels*;
- Gabinetes de conexões (*racks*).

A figura 3.5 mostra o subsistema armário de telecomunicações. Todos os andares do edifício devem ter ao menos um armário de telecomunicações, mesmo que não se tenha nenhum equipamento ou acessório dentro dele. É uma maneira de se ter acesso aos cabos para uma eventual manutenção ou mudança de layout. Cada armário de telecomunicações não deve atender a áreas superiores a 1.000 metros quadrados de áreas de trabalho somadas.

O espaço requerido para a montagem do armário de telecomunicações deve ser suficiente para que possa alojar os equipamentos e acessórios convenientes.

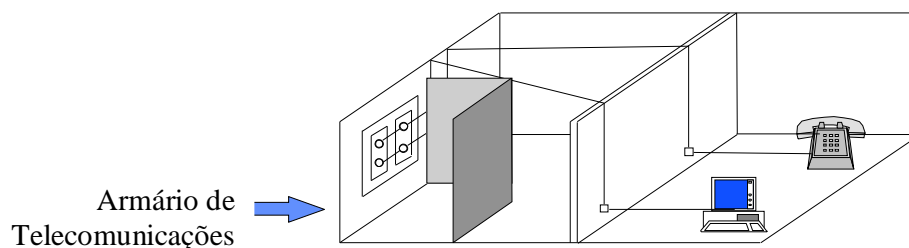


Figura 3.5 – Subsistema Armário de Telecomunicações (Apostila AMP, 2012)

### 3.3.5 – Subsistema Sala de Equipamentos

É a parte do Sistema de Cabeamento de Telecomunicações que promove a interface entre os serviços externos e internos ao Edifício. Este subsistema está definido na norma EIA/TIA 568-C1. Este subsistema define o nó principal da rede num prédio. Fazem parte deste subsistema os seguintes elementos:

- Todos os elementos ativos principais da rede, tais como *switches*, roteadores.
- Distribuidor óptico principal.
- Servidores corporativos da rede e Centrais PABX.

A sala de equipamentos oferece um ambiente controlado para que instalemos nossos equipamentos de rede. Além de termos que seguir as mesmas recomendações dadas no subsistema de armário de telecomunicações, temos ainda a segurança de acesso, o controle ambiental (temperatura, umidade, poeira, gases etc.), a iluminação, a alimentação elétrica, o aterramento etc., que são considerações a mais que devemos ter na construção de uma sala de equipamentos.

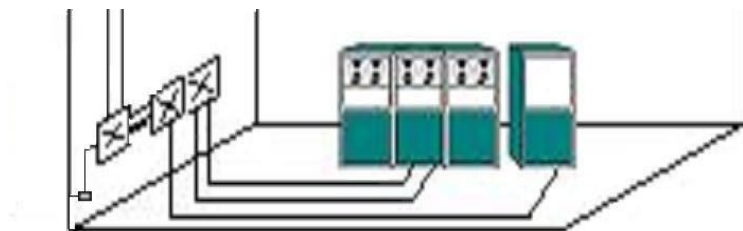


Figura 3.6 – Subsistema Sala de Equipamentos (Apostila AMP, 2012)

### 3.3.6 – Subsistema Facilidade de Entrada

O Subsistema Facilidade de Entrada é a parte do Sistema de Cabeamento de Telecomunicações responsável por abrigar e prover acesso das mídias externas ao Edifício Comercial. A figura 3.7 mostra o subsistema facilidade de entrada interligado com a sala de equipamentos. Este subsistema está definido na norma EIA/TIA 568-C1. Fazem parte deste subsistema os seguintes elementos:

- Modems e roteadores.
- Distribuidor Geral do Prédio.
- Conversores de mídia.

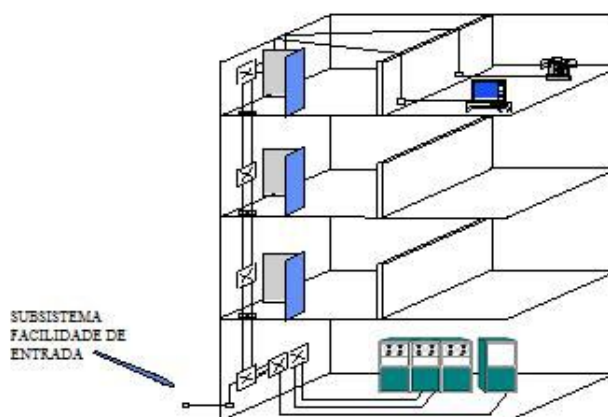


Figura 3.7 – Subsistema Facilidade de Entrada (Apostila AMP, 2012)

### 3.3.7 – Subsistema Administração

O subsistema de administração não é especificamente de uma área física, porém ele é aplicado a todos os outros subsistemas normatizados. Na área de trabalho deve-se identificar a tomada de telecomunicações que deve ter um *link* com o cabo do cabeamento horizontal e que por sua vez deve dizer em que porta do painel de manobras, que fica no armário de telecomunicações, termina sua outra ponta. Este conjunto de informações deve ser registrado para que no futuro possa utilizá-lo quando houver uma mudança de lay-out ou então a necessidade de uma manutenção. Desta maneira pode-se seguir o encaminhamento de todo o cabeamento de telecomunicações, mesmo que não se tenha participado de sua implantação.

Além das identificações propriamente ditas, a norma EIA/TIA 606 também propõe a utilização de cores para designar qual o serviço está disponível na tomada de telecomunicações naquele momento. Trata-se de uma identificação visual e imediata, muito útil quando se trabalha com redes multimídia, como pode ser visto na Tabela 3.1 que, no caso, indica as cores por tipo de cabeamento e conexões.

Tabela 3.1 – Tabela de Cores dos Cabos - Norma EIA/TIA 606

COR	TIPO DE TERMINAÇÃO
AZUL	Cabeamento Horizontal
BRANCO	<i>Backbone</i> - Primeiro Nível - Terminações de <i>Intermediate Cross-Connect</i> (IC) e <i>Main Cross-Connect</i> (MC)
CINZA	<i>Backbone</i> - Segundo Nível - Terminações de <i>Intermediate Cross-Connect</i> (IC) e <i>Horizontal Cross-Connect</i> (HC)
MARROM	<i>Backbone Interbuilding - Campus Terminations</i>
LARANJA	Ponto de Demarcação - Terminações do Escritório Central
VERDE	Conexões da Rede
VERMELHO	Sistema de Telefonia
VIOLETA	Equipamento Comum
AMARELO	Miscelâneos - auxiliares, alarmes, segurança

### 3.4 – Modelo Topológico e Modelo de Arquitetura

O modelo topológico define o conceito da forma física e topológica da rede. A topologia física é a forma como os equipamentos estão interligados e a topologia lógica, interna ao equipamento inerente ao protocolo de rede.

Existem diversos tipos de topologias, sejam elas físicas ou lógicas tais como topologia em anel, em barramento, com K ligações e em estrela.

Baseado na norma EIA/TIA 568-C1 o modelo topológico físico deverá ser apenas em estrela, não sendo permitido para as redes locais nenhum outro tipo de modelo topológico.

Quanto à arquitetura, pode-se definir como um conjunto de protocolos e topologias formando uma rede harmonicamente conectada. Em cabeamento estruturado a norma 568-C1 descreve três tipos de arquiteturas, sendo que a arquitetura estrela e a de cabeamento por zona são as mais utilizadas. As arquiteturas estão relacionadas abaixo (ULIANA, 2013):

- Estrela Hierárquica-DNA (*Distributed Network Architecture*) – dividida em cabeamento primário e cabeamento secundário.



- Conexão cruzada Centralizada – COFC (*Centralized Optical Fiber Cabling*)  
Introduzida pela indústria de cabeamento óptico. Não se tem a divisão de cabeamento primário e secundário e sim apenas um único nível, o comprimento máximo é de 300m.

- Cabeamento por zona – ZDC (*Zone Distribution Cabling*) – Acrescenta uma conexão extra ao cabeamento secundário.

Para a rede do cliente, objeto desse projeto, optou-se pelo modelo arquitetônico estrela hierárquica por ser o mais utilizado e mais adequado à situação do cliente.

### 3.5 – Meios Físicos

Os meios físicos são utilizados em rede de computadores para conectar os diversos equipamentos entre si. Qualquer meio físico capaz de transportar informações pode ser utilizado em rede de computadores. Tais meios físicos interligam as estações de trabalho, os servidores, o *backbone* inter-rede e intra-rede. Os meios físicos reconhecidos pela EIA/TIA 568-C1 são:

- Cabo UTP (*Unshield Twister Pair*) - Cabo metálico com condutor de cobre formado por quatro pares traçados entre si de forma helicoidal com impedância de 100 ohms.
- Cabo STP (*Shield Twister Pair*) - Cabo metálico com condutor de cobre também formado por quatro pares traçados entre si de forma helicoidal com impedância de 100 ohms;
- Fibra óptica multimodo (50/125 e 62,5/125) e fibra monomodo – As fibras são bastões sólidos de sílica, divididos em duas partes bastante diferentes entre si – O núcleo que é a parte central e a casca, o envoltório da fibra.

As principais categorias utilizadas hoje no cabo par trançado são a Cat. 5e e a Cat. 6. Ambos possuem 4 pares com cores padronizadas e resistência de 100 ohms. A categoria 5e possui largura de banda de 100 MHz enquanto que a categoria 6 possui largura de banda de 250MHz. Ambos também possuem um alcance máximo certificado de 100m.

No sentido mais qualitativo, a largura de banda é proporcional à complexidade dos dados transmitidos. Já o desempenho se traduz em uma menor atenuação, melhor NEXT, perda de retorno e ELFEXT, possibilitando uma melhor relação sinal/ruído. (BARCELOS, 2012).

Devido a esses fatores (desempenho e largura de banda), associando uma melhor imunidade às interferências externas, os sistemas que operam em Categoria 6 são mais estáveis em relação aos sistemas baseados na Categoria 5e. Isto significa redução nas retransmissões de pacotes, proporcionando uma maior confiabilidade e estabilidade para a rede. (BARCELOS, 2012).

## CAPÍTULO 4 - PROPOSTA DE SOLUÇÃO PARA A REDE ESTRUTURADA

Neste capítulo é apresentada a solução para a nova rede estruturada, baseada nas normas e nos padrões apresentados no capítulo anterior. Na elaboração do projeto se considerou uma sequência de acordo com as especificações para cada subsistema, conforme as normas apresentadas no capítulo anterior, iniciando pelo subsistema área de trabalho, como a seguir:

### 4.1 – Subsistema Área de Trabalho (WA)

Os seguintes aspectos foram considerados nas especificações: o tipo de conector a ser utilizado o padrão de polaridade, o tipo de tomada e quantidade de pontos. Assim:

**Conector** - o conector a ser utilizado deverá ser o RJ-45 (8 vias) de cor bege.

**Padrão de polaridade** - o padrão de polaridade será T568A, este padrão deverá ser utilizado em toda a rede, conforme recomendado pela norma EIA/TIA 568C. A crimpagem do conector deverá ser feita com ferramenta de crimpagem do próprio fabricante. Devendo ser feita de forma homogênea e precisa com ferramentas de inserção e de precisão utilizadas por grandes fabricantes. Não podendo ser o *putch down*, pois o mesmo estraga o conector e não permite uma conectorização de qualidade.

**Tomada** - Será utilizada uma tomada do tipo “de sobrepor”, pois a divisão da estrutura é feita em divisórias. Recomenda-se o uso de dutos de alumínio com divisão que possa acomodar a rede lógica e elétrica e que a mesma caixa de sobrepor possua furos para acomodar a tomada lógica e elétrica. Isto aperfeiçoa o espaço e evita interferências ao mesmo tempo entre os cabeamentos.

**Quantidade de pontos** – a norma EIA/TIA 569B define que quantidade de pontos deverá ser proporcional a área útil da sala ou da área útil total do andar, ou seja, considera-se 75% de área útil e a cada 7 m<sup>2</sup> uma área de trabalho, composta de dois pontos. No entanto, em se tratando de uma escola onde se tem salas e laboratórios com concentrações de pontos bem definidas, bem como a Sala de Equipamentos e a área administrativa, foi proposta uma distribuição de pontos de tal forma que possa atender a demanda atual e a demanda futura. As

áreas que estavam pouco servidas de pontos como as áreas administrativas, foram mais bem servidas nesta nova estrutura de cabeamento. A tabela 4.1 mostra um aumento significativo no número de pontos. A mudança foi basicamente nos laboratórios, com a utilização de pontos duplos.

No térreo, dobrou-se o numero de pontos no laboratório 01, na sala de informática e desenvolvimento e na sala e administração de redes.

No primeiro andar, dobrou-se o numero de pontos nos laboratórios 02 e 03. Enquanto que no segundo andar aumentaram-se apenas mais três pontos na sala de reuniões.

A tabela 4.1, refere-se à quantidade de pontos existentes e novos no prédio.

Tabela 4.1 – Distribuição dos Pontos

Pavimentos	Pontos existentes	Pontos novos	Total
Térreo	72	35	107
1ºandar	33	18	51
2 ºandar	21	3	24

#### 4.2 – Subsistema Cabeamento Horizontal

Os seguintes aspectos foram considerados nas especificações: o meio de transmissão, como deve ser feito o lançamento dos cabos, tipo de leito e cuidados nas instalações:

**Meio de transmissão** – para o cabeamento horizontal será utilizado o cabo UTP categoria 6, porque além de ser um cabo indicado para redes locais é um cabo que oferece alto desempenho para a distribuição horizontal de um sistema estruturado. A grande vantagem desse cabo é que ele oferece uma banda de transmissão de 250 Mhz. O cat. 6 oferece, em relação a outras categorias, uma melhor imunidade à interferência externa e velocidade de transmissão., já que o mesmo pode alcançar velocidades que vão de 1GBps a 10 Gbps.

Os cabos categoria 6 utilizam especificações ainda mais estritas que os de categoria 5e e suportam frequências de até 250 MHz. Além de serem usados em substituição dos cabos cat. 5 e 5e, eles podem ser usados em redes 10G, mas nesse caso o alcance é de apenas 55 m. (MARIMOTO, 2011)

A não utilização do cabeamento categoria 6a, que é um cabo com uma tecnologia mais atual do que o de categoria 6 foi proposital. O cabo cat. 6a utiliza um separador para reduzir a interferência entre eles, isso o torna menos flexível e mais espesso. O cabo 6a ficou cerca de 40% mais espesso, aumentou de 5,6 mm para 7,9 mm. Com essa razão, foi preferível a utilização do cabo cat. 6.

Com essas características esse cabo atenderá as necessidades atuais e futuras do cliente já que o ponto mais distante não terá comprimento maior que 55 m.

**Lançamentos dos cabos** – o lançamento dos cabos deverá ser feito conforme as orientações da norma EIA/TIA 568C saindo do *patch panel* no *rack* até a caixa de tomada na área de trabalho.

**Leito principal** – a distribuição dos cabos através do forro deverá ser feita com eletrocalhas, qualquer que seja o número de cabos a serem passados (mesmo que seja menos de 18 cabos). A distância mínima a ser deixada entre a eletrocalha e o forro deverá ser de 3 polegadas (aproximadamente 30 cm). As derivações feitas a partir da eletrocalha instalada sobre o forro para a descida dos pontos de rede podem ser feitas utilizando eletrocalhas galvanizadas de três quartos, instalados nas divisórias. As eletrocalhas: devem ser galvanizadas, com tampa, sem pintura. O dimensionamento das eletrocalhas deverá ser feito considerando o número de cabos a serem instalados na eletrocalha, de forma a se ter uma ocupação de 30% a 60% conforme recomendação da Norma EIA/TIA 568C.

**Leito secundário** – as eletrocalhas deverão ser instaladas nas divisórias a 40 cm do chão.

**Cuidados na instalação do Cabeamento horizontal** – na instalação do cabeamento horizontal devem ser tomados alguns cuidados para que o cliente possa aproveitar o máximo de todos os benefícios que a infraestrutura do cabeamento oferece, tais como:

- Todos os cabos devem ser lançados com o auxílio de um cabo guia, devem ser lançados todos de uma só vez quando possível, onde será lançado mais de um cabo em um duto, eletrocalha ou canaleta. Devem ser lançados de uma só vez e sempre respeitando a taxa

de ocupação que é de 30% a 60% dos dutos. E ainda os cabos devem ser lançados observando o raio de curvatura mínima do cabo permitida que é de 4 vezes o seu diâmetro.

- Deve-se ter cuidado para não torcer ou prensar os cabos para que não haja alteração das características originais do cabo. Também é necessário estar atento à metragem a fim de que nenhum cabo ultrapasse a distância de 90m permitida pela norma 568C.

- Jamais utilizar produtos químicos como sabão, detergente, vaselina e outros para facilitar as passagens dos cabos pelos dutos.

- Verificar a umidade dos dutos, pois jamais se deve passar cabos em dutos que estejam com umidades excessivas.

- Observar para que jamais se instale o cabo na mesma infra-estrutura da energia elétrica e/ou aterramento.

- Os cabos deverão ser decapados somente o necessário, isto é somente para as conectorizações.

- Evitar que os cabos sejam lançados perto de fontes de calor, pois a temperatura máxima suportada pelos cabos é de 60°C.

- Os cabos devem ser acomodados de uma maneira que possam receber amarrações e conectorizações. Para isso devem ser agrupados em forma de chicotes, evitando trançamentos e nós. Devem ser amarrados com abraçadeiras plásticas e não podem ser apertados excessivamente.

- Os cabos não devem ser puxados bruscamente.

- Evitar passagem do cabo em locais que tenha objetos pontiagudos, curvas acentuadas e quinas.

**Calculo da metragem do cabeamento horizontal** – para o cálculo da metragem da quantidade de cabo foi utilizado a seguinte fórmula:

$Lt = [(LL+SL +4CH)/2] \times \text{Número de estações}$
--

Em que:

LL= Ponto mais distante (entre uma estação até o armário de telecomunicação) (m);

SL= Ponto mais próximo (entre uma estação até o armário de telecomunicação) (m);

CH= Altura do pé direito (m).

Obs.: Por medida de segurança considera-se ainda a perda de cabos quando os mesmos são cortados. Devido a essa possível de perda, serão acrescentados 15% no resultado encontrado por meio da fórmula acima.

Para o calculo da metragem considera-se ainda o ponto mais próximo em torno de 5 metros, o ponto mais distante em torno de 55 metros e o pé direito do prédio de 3 metros. A tabela 4.2 mostra, após levantamento e cálculos, as metragens necessárias para o cabeamento e componentes.

Tabela 4.2 – Cabeamento estruturado e componentes

	Cabo UTP(m)	<i>Patch panel</i>	Conector RJ45 fêmea	Caixa de consolidação	Conector RJ45 macho
Térreo	4387	5	224	5	107
1º andar	2091	3	114	6	51
2 andar	984	2	62	7	24

### 4.3 – Subsistema Cabeamento Vertical

O cabeamento vertical pode ocupar muitas vezes locais saturados, onde pode passar cabeamento elétrico, instalações de detecção de incêndio entre outras.

Assim, não é recomendado a utilização de cabo par trançado, pois este tem baixa imunidade a interferência eletromagnética.

Para o cabeamento vertical deverá ser utilizada a fibra óptica multimodo como mídia de transmissão. Trata-se de um cabo de fibra óptico 50/125 índice gradual, totalmente dielétrico. A tabela 4.3 mostra a quantidade de fibra óptica e seus componentes utilizados no cabeamento vertical.

Tabela 4.3 – Fibra óptica e componentes

Andar	Cabo Fibra óptica(m)	Conector óptico duplex LC	Distribuidor óptico	Cordão óptico LC/LC
Térreo	10	6	1	4
1º andar	15	2	1	1
2 andar	20	2	1	1

**Interligação entre os *Racks*** - Os *racks* nos pavimentos deverão ser interligados através de cabos de fibra óptica de uso interno até o concentrador principal. As fibras deverão ser acomodadas em DIOs (Distribuidores Internos Ópticos).

**Lançamento de cabos de fibra óptica** - Os cabos deverão ser lançados a partir do distribuidor óptico no *rack* até o *rack* de destino. As fibras devem ser identificadas nas caixas de passagem e nos *racks*. O lançamento das fibras será através do *shaft*, e no *shaft* deverá ser instalada uma bandeja para a acomodação das fibras. As fibras deverão ser amarradas com uma braçadeira plástica.

**Tipos de conectores para fibras** - Os conectores usados para a conectorização das fibras deverá ser o LC, por ser o conector mais utilizado nas atuais redes ópticas e devido ao seu melhor desempenho e menor tamanho, conforme é conhecido como SFF (*Small Form Factory*).

#### 4.4 – Subsistema Armário de Telecomunicações (TC)

O armário de telecomunicações tem a função primária de distribuição do cabeamento horizontal. Ainda proporciona um ambiente controlado para armazenamento de equipamentos de telecomunicações.

**Instalação dos *Racks*:** Em todos os andares deverão existir *racks* onde serão acondicionados os equipamentos ativos e os elementos de cabeamento estruturado.

O *rack* deverá ter um local exclusivo para ele, a sala deverá ter espaço suficiente de maneira que facilite não só a acomodação do *rack*, e também a facilidade de manobra e manutenção do mesmo.



**Montagem e Organização de *Racks*** - Todos os cabos deverão ser organizados uniformemente na lateral do *rack* oferecendo um perfeito acabamento. A montagem do *Patch Panel* deverá ser com ferramental apropriado conforme informado no item 4.1 para inserção e todos os pontos deverão ser identificados. Os cabos UTP deverão ser amarrados e penteados na lateral do *rack* com abraçadeiras de nylon.

O *rack* do primeiro andar deverá ser instalado dentro do laboratório 02, de modo que esteja o mais centralizado possível. O *rack* no segundo andar deverá ser instalado em uma sala ao lado da sala da direção.

Os equipamentos de rede devem estar dispostos nos *racks* conforme desenho apresentado na figura 4.1.

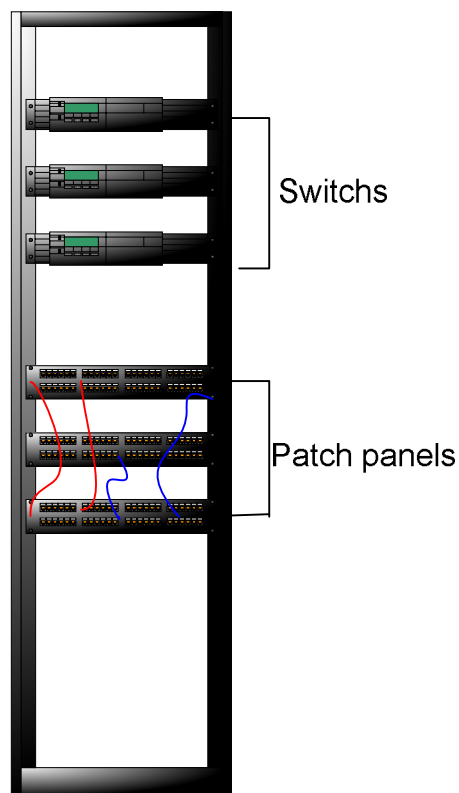


Figura 4.1 – Disposição dos equipamentos no *rack* ck

Nota-se que os *switchs* e os *patch panels* estão separados, e entre eles existe um espaço vazio. Este tipo de disposição facilita bastante se caso ocorra a necessidade de se expandir a quantidade de tomadas no edifício.

#### **4.5 – Subsistema Sala de Equipamentos**

A sala de equipamentos pode cumprir algumas ou todas as funções de um armário de telecomunicações. Mas são consideradas distintas devido a sua natureza ou a complexidade do equipamento que nelas estão contidas.

A sala de equipamentos continuará no mesmo local, ou seja, dentro da área do CPD localizada no andar térreo.

Houve também uma nova organização e identificação dos cabos, baseado na norma EIA/TIA 568C e 569A.

#### **4.6 – Subsistema Facilidade de Entrada**

A facilidade de entrada está localizada no térreo em uma sala restrita e adequada.

#### **4.7 – Subsistema Administração**

Todos os *patch cords* utilizados nos *racks* para ativação dos pontos de dados de voz, foram identificados nas suas extremidades.

Para identificar os *patch cords* e os cabos UTP responsáveis pelo cabeamento horizontal, foram utilizadas etiquetas plásticas rotuladas com equipamentos apropriados, tais como: rotulador ou utilizando software especial que permita a impressão com impressora laser.

Todos os pontos lógicos foram identificados, sendo que, na parte frontal dos *patch panels*, bem como nos porta-etiquetas das caixas de sobrepor responsáveis pela fixação das tomadas RJ-45 fêmeas. Neste caso, foi utilizado rotulador que utilize impressão térmica de alta qualidade.

A identificação do ponto foi feita com etiqueta impermeável de alta aderência com impressão gráfica no cabo, espelho e *patch panel*.

#### **4.8 – Plano de Teste e Documentação da Rede**

Testar o projeto de redes é um passo importantíssimo para confirmar se o projeto atendeu as metas técnicas: através do teste pode-se verificar se as soluções atendem o objetivo do cliente.

Um programa de testes é considerado para a aceitação do Sistema de Cabeamento Estruturado e ser executado pelo futuro instalador do sistema, com acompanhamento da equipe dos responsáveis pelo acompanhamento do projeto. O plano de teste constituirá dos serviços de testes físicos e de testes sistêmicos.

##### **Testes Físicos:**

- Teste de continuidade e comprimento em todo o cabeamento;
- Teste de polaridade;
- Verificação de inexistência de curto-circuitos;
- Testes de atenuação e Next;
- Testes de perda de inserção em cabos de fibra óptica;
- Teste de resposta de frequência.

##### **Testes Sistêmicos:**

- Testes funcionais e de operação do sistema de cabeamento com todos os equipamentos de dados instalados e em funcionamento;
- Verificação da identificação do cabeamento;
- Conferência de todo o sistema instalado, com ênfase na integridade física;
- Verificação dos serviços de instalação, conferência das características exigidas, integridade física, conexão à rede, aterramento, isolamento etc;
- Funcionamento do sistema e verificação das suas características sistêmicas e compatibilidade.

Encontra-se no anexo B as plantas utilizadas. No térreo, existem 107 pontos distribuídos em 5 salas e na recepção. No primeiro andar existem no total 51 pontos

distribuídos em seis salas e na recepção do pavimento. No segundo andar existem no total 24 pontos distribuídos em sete salas e na recepção.

Em cada sala, em todos os pavimentos, entre a área de trabalho e o cabeamento horizontal, existirá uma caixa de consolidação.

Por fim, a tabela 4.4 apresenta o quantitativo estimado de produtos necessários para o projeto em questão.

Tabela 4.4 – Planilha com materiais estimados

Descrição do produto	UNID.	Quant.	Valor Unitário Estimado (R\$)	Valor Total (R\$)
Distribuidor Óptico	Un	3	250,00	750,00
Fibra Óptica de 4 FO 50/125	m	45	2,50	112,50
Cabo UTP 4PX24AWG Cat.6 LSZH AZUL CX C/ 305M	m	7.462	1,50	11.193,00
Conector RJ45 fêmea cat. 6	Un	400	12,00	4800,00
Patch Panel 24P cat. 6	Un	10	275,00	2.750,00
Rack 15 Us	Un	4	350,00	1.400,00
Rack 40 Us	Un	3	1.200,00	3.600,00
Conector RJ45 macho cat. 6	Un	182	2,50	455,00
Caixa de Consolidação	Un	18	100,00	1.800,00
Conector LC 50/125	Un	3	25,00	75,00
Patch cord cat. 6 3,0 metros azul	Un	182	15,00	2.730,00
Patch cord cat. 6 1,5 metros azul	Un	364	12,00	4.368,00
Eletrocalha perfurada 200 X 50	m	300	35,00	10.500,00
Eletrocalha perfurada 100 X 50	m	400	29,00	11.600,00
Eletrocalha perfurada 50 X 50	m	200	24,00	4.800,00
Abraçadeira gancho 200 X 50	Un	500	2,50	1.250,00
Abraçadeira gancho 100 X 50	Un	250	1,90	475,00
Abraçadeira gancho 50 X 50	Un	100	1,50	150,00
Emenda para eletrocalha	Un	30	0,90	27,00
Tirante de ¼	Un	200	0,50	100,00
Parafuso de ¼	Un	1000	0,20	200,00
Bucha de ¼	Un	200	0,15	30,00
Arruela de ¼	Un	150	0,10	15,00
Copex revestido de (01) polegada	Un	50	5,00	250,00
Copex revestido de ¾	Un	50	6,00	300,00
Box reto de (01) polegada	Un	25	4,90	122,50
Box reto de ¾	Un	25	5,90	147,50
Tubo galvanizado de (01) polegada	m	200	50,00	10.000,00
Tubo galvanizado de ¾	m	200	35,00	7.000,00
Abraçadeira de (01) polegada tipo copo	Un	50	10,00	500,00
Abraçadeira de ¾ tipo copo	Un	50	5,90	295,00
Parafuso e brocha S8	Un	500	0,10	50,00
<b>TOTAL</b>	<b>R\$ 81.845,50</b>			

## 5. APLICAÇÃO DE SOLUÇÃO

O intuito deste capítulo é apresentar a solução através de um protótipo que demonstre de forma mais próxima da realidade a solução que foi adotada no projeto. Esta solução envolveu todos os subsistemas apresentados na norma EIA/TIA 568C, tais como o cabeamento horizontal, a área de trabalho, o uso do ponto de consolidação, o *backbone* e o armário de telecomunicações.

Para este protótipo utilizou-se os seguintes componentes:

- *Rack* de 16 Us.
- *Patch panel* cat. 6.
- *Patch Panel* cat. 5e.
- Conectores RJ45 cat. 6 macho.
- Conectores RJ45 cat. 6 fêmea.
- Cabo UTP cat. 6.
- Caixa Box representando o ponto de consolidação.
- Espelho composto de duas tomadas RJ45.
- Identificador para todos os componentes do cabeamento.

Este modelo representa uma solução de cabeamento estruturado onde tem-se os seguintes subsistemas e componentes do cabeamento representado:

- Subsistema Cabeamento horizontal.
- Subsistema Área de Trabalho.
- Subsistema Armário de Telecomunicações.
- Cabeamento por Zona – Ponto de Consolidação.
- Administração.

Esta solução representa um modelo de rede onde são utilizados conectores com peças que permitem menor destrançamento, menor raio de curvatura e o uso de ponto de consolidação para permitir maior flexibilidade em caso de mudanças de lay-out.

Consta na figura 5.1 o modelo a ser apresentado da solução:

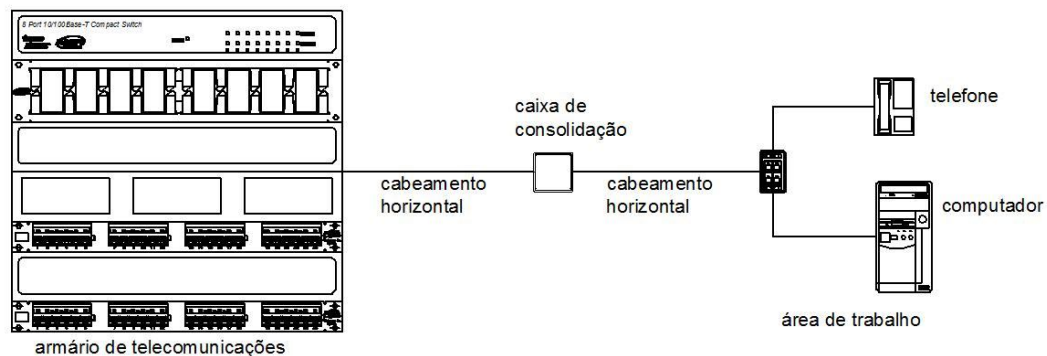


Figura 5.1 – Esquemática do Modelo da Solução

Foram realizados dois tipos de testes; sendo um mais simples através de um teste de continuidade onde será testada a continuidade do sinal nos segmentos de cabos e dessa forma é feito um teste mais físico da solução. O segundo teste mais apurado será feito através do equipamento Fluke DTX 1800 onde foram testados os seguintes parâmetros:

- *Wire Map* - Mapeamento de Pares
- *Length* – Comprimento de cada par
- *Insertion Loss* - Perda de Inserção (Atenuação)
- *NEXT Loss* - Perda NEXT (near end cross talking)
- *Power Sum NEXT Loss* - Perda PS-NEXT
- *ELFEXT Loss* ou ACR-F - Perda ELFEXT (far end cross talking)
- *Power Sum ELFEXT Loss* - Perda PS-ELFEXT
- *Return Loss (RL)* - Perda de Retorno (eco)
- *Propagation Delay* - Atraso de Propagação
- *Delay Skew* - Atraso de Assimetria
- Teste de Frequência – 0 a 500 MHz

A seguir será discriminado cada parâmetro, a importância no teste de certificação e as possíveis causas de falhas em cada um desses parâmetros:

a) Mapeamento dos Pares (*Wire Map*): Verifica-se a terminação pino-a-pino da:

- Continuidade;
- Curto-circuito entre um ou mais condutores
- Pares rompidos;
- Pares invertidos;

b) Comprimento Físico do Cabo (*Length*): Medida real do cabo, podendo ser obtida a partir da marcação na capa do cabo:

- Comprimento Elétrico - Relacionado com o tempo de transmissão dos sinais (depende da construção do cabo).
- NVP - *Nominal Velocity Propagation*
- Comprimento Máximo do Canal : 100 m
- Comprimento Máximo do *Link* : 90 m
- No canal, representa a somatória da:
  - Perda de 4 Conectores
  - Perda de 10 metros de Cabo Flexível UTP / ScTP 24 AWG (no caso de cabo de 26 AWG, 8 m)
  - Perda de 90 metros de Cabo Rígido
- No LINK, representa a somatória da:
  - Perda de 3 Conectores
  - Perda de 90 metros de Cabo Rígido

c) Perda de Inserção (*Insertion Loss*): Também conhecida como atenuação (*attenuation*). Significa a perda do sinal se comparada com o sinal que foi introduzido no canal. Perda devida à impedância do cabo de cobre. Perda devido ao isolamento do cabo e a impedância causada pelos conectores. Possíveis causas da Perda de Inserção:

- Lançamento equivocado dos cabos.
- Excesso de curvas no encaminhamento.
- Alto grau de curvatura nos cabos.
- Dutos com a capacidade excedida.
- Estrangulamento na amarração dos cabos.



- Materiais de baixa qualidade.
- Perdas ambientais.
- Conectorizações mal-feitas.

d) *Crosstalk* ou Diafonia: é a interferência entre sinais que trafegam em pares diferentes em um mesmo cabo.

e) *NEXT* ou *Next Loss* é quando um par de fios irradia para interferir com o sinal de outro par. É a diferença em amplitude (em dB) entre o sinal transmitido e a diafonia recebida no outro par de fios, isso na mesma extremidade do cabo. Resumindo, é a interferência de um transmissor local em um receptor local, medida sempre entre dois pares isolados (medida de acoplamento magnético). Um valor elevado de NEXT é desejável, pois isto indica um melhor desempenho do cabeamento. Uma vez que poderia indicar que a potência transmitida é maior em magnitude do que a potência induzida para outro par de fios condutores.

São causados por:

- Materiais de baixa qualidade;
- Destrançamento excessivo dos pares;
- Conectorizações mal-feitas.

f) *ACR-N (Attenuation Cross Rate)*: É a diferença, em dB, entre a ATENUAÇÃO e o NEXT medidos em uma frequência para uma dada combinação de pares.

$$ACR = NEXT \text{ (dB)} - ATENUAÇÃO \text{ (dB)}$$

g) *Power Sum – PS-NEXT* é o somatório de interferências dos três pares no último par que está sendo testado, em cabos de 4 pares.

h) *FEXT (Far End Crosstalk)* é a quantidade de sinal induzido por um par em outro, no ponto mais distante. É calculado baseado no sinal introduzido menos o ruído, conforme fórmula abaixo:

$$\text{FEXT} = \text{SINAL} - \text{RUÍDO (dB)}$$

- i) O ELFEXT ou ACR-F é, simplesmente, a relação entre o FEXT e a atenuação e é, portanto, um tipo de ACR quando, pelo menos, dois pares do cabo transportam sinais no mesmo sentido. É calculado baseado na atenuação menos o FEXT, conforme fórmula abaixo:

$$\text{ELFEXT} = \text{FEXT (dB)} - \text{ATENUAÇÃO (dB)}.$$

- j) Perda de Retorno (*Return Loss - RL*): É a quantidade de sinal refletida ao equipamento transmissor devido a descasamentos de impedância.
- k) Retardo ou Atraso de Propagação (*Propagation Delay*): É o atraso causado pelo transporte do sinal desde o *patch panel* até o ponto. Este atraso não pode exceder o valor de 546 nanosegundos, pois isto poderá causar problema no *switch* de rede.
- l) Desvio do Retardo ou Atraso de Assimetria (*Delay Skew*): Este atraso é calculado a partir da diferença entre o maior atraso de sinal causado num determinado par e o menor atraso causado por outro par. Este atraso não deve exceder o valor de 50 nanosegundos.

Antes que seja efetuado este teste é necessário que o equipamento esteja preparado para efetuar o teste, seguindo os seguintes passos:

- Checar se o equipamento foi aferido no máximo em um ano;
- Escolher o tipo de teste a ser feito – teste de Link;
- Escolha a opção de categoria – cat. 6;
- Inclua o NVP do cabo – NVP=70;
- O equipamento irá testar cada ponto considerando uma frequência máxima de 500MHz.
- Conecte os *patch cords* nos pontos e no equipamento;
- Inicie o teste ponto a ponto.

No equipamento *Fluke DTX 1800*, um erro em uma das medições pode indicar várias possíveis causas. (*Fluke Networks*, 2013). A tabela 5.1 a seguir apresenta as situações e possíveis causas.

Tabela 5.1 – Possíveis causa de resultado de teste (*Fluke Networks*, 2013).

Malha Elétrica	
<i>Resultado do Teste</i>	<i>Possível Causa do Resultado</i>
Aberto	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Fios quebrados por estresse nas conexões</li> <li>- Cabos levados para conexões erradas</li> <li>- O fio não está inserido corretamente e não faz contato com o IDC</li> <li>- Conector danificado</li> <li>- Cortes ou Quebras no cabo</li> <li>- Fios conectados a pinos errados no conector ou no bloco de conexão</li> </ul>
Curto	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Terminação imprópria do conector</li> <li>- Conector danificado</li> <li>- Material condutivo preso entre pinos na conexão</li> <li>- Dano ao cabo</li> </ul>
Par reverso alinhado	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Fios conectados a pinos errados no conector ou no bloco de conexão</li> </ul>
Par cruzado	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Fios conectados a pinos errados no conector ou no bloco de conexão</li> </ul>

Tabela 5.1 – Possíveis causa de resultado de teste (Fluke Networks, 2013), Continuação

Par dividido	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mistura de padrões de pinagem 568A e 568B ( par 12 e 36 cruzados)</li> <li>- Fios conectados a pinos errados no conector</li> </ul>
Comprimento	
<i>Resultado do teste</i>	<i>Possível Causa do Resultado</i>
Comprimento excede o limite	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cabo muito longo (maior que 100 metros)</li> <li>- O NVP foi ajustado incorretamente</li> </ul>
O comprimento relatado é menor que o comprimento reconhecido	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Quebra intermediária no cabo</li> </ul>
Um ou mais pares significativamente menores	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Dano ao cabo</li> <li>- Conexão ruim</li> </ul>
Retardo / Desvio	
<i>Resultado do teste</i>	<i>Possível Causa do Resultado</i>
Excede o limite	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cabo muito longo – Retardo de propagação</li> <li>- O cabo usa diferentes materiais de isolamento em diferentes pares – Desvio de retardo</li> </ul>
Perda de Inserção (Atenuação)	
<i>Resultado do teste</i>	<i>Possível Causa do Resultado</i>
Excede o limite	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Comprimento excessivo</li> <li>- Patch cords de baixa qualidade ou falta de trançamento</li> </ul>

Tabela 5.1 – Possíveis causa de resultado de teste (Fluke Networks, 2013), Continuação

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Conexões de alta impedância</li> <li>- Categoria imprópria do cabo</li> <li>- Autoteste incorreto selecionado para o cabeamento sob teste</li> </ul>
NEXT e PSNEXT	
<i>Resultado do teste</i>	<i>Possível Causa do Resultado</i>
Falha, *falha ou *passa	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mau trançamento em pontos de conexão</li> <li>- Plugue e <i>jack</i> mal encaixados (aplicação Cat. 6 / Classe E)</li> <li>- Adaptador de enlace incorreto (adaptador Cat. 5 para enlaces Cat. 6)</li> <li>- <i>Patch cords</i> de baixa qualidade</li> <li>- Conectores ruins</li> <li>- Cabo ruim</li> <li>- Pares divididos</li> <li>- Uso impróprio de acopladores</li> <li>- Compressão excessiva causada por abraçadeiras plásticas</li> <li>- Fonte de ruído excessivo adjacente à medição</li> </ul>
Passa inesperado	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Nós e dobras nem sempre causam falhas de NEXT, especialmente em cabos bons e distantes das extremidades do enlace</li> <li>- Autoteste incorreto selecionado (enlace “ruim” Cat. 6 testado com limites de Cat. 5 por exemplo)</li> <li>- “Falha” em baixa frequência no gráfico</li> </ul> <p>do NEXT, mas passa no geral. Ao usar normas ISO/IEC, a chamada “regra dos 4</p>

Tabela 5.1 – Possíveis causa de resultado de teste (Fluke Networks, 2013), Continuação

	dB” diz que todos os resultados de NEXT medidos com perda de inserção inferior a 4dB não podem falhar
Perda de Retorno	
<i>Resultado do teste</i>	<i>Possível Causa do Resultado</i>
Falha, *falha ou *passa	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Impedância do <i>patch cord</i> diferente de 100 ohms</li> <li>- manuseio impróprio do <i>patch cord</i> causa mudanças na impedância</li> <li>- Práticas de instalação (destrançamentos ou dobras do cabo – os trançamentos originais deveriam ser mantidos o quanto possível cada par de fios)</li> <li>- Quantidade excessiva de cabo amontoado na caixa de Tomada de Telecomunicações</li> <li>- Conector ruim</li> <li>- Impedância do cabo não uniforme</li> <li>- Cabo não possui 100 ohm</li> <li>- Diferença de impedância na junção entre <i>patch cord</i> e cabo horizontal</li> <li>- Plugue e <i>jack</i> mau encaixados</li> <li>- Uso de cabo de 12 ohms</li> <li>- Sobras enroladas na sala de telecomunicações</li> <li>- Autoteste impróprio selecionado</li> <li>- Adaptador de enlace defeituoso</li> </ul>
Passa inesperado	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Nós e dobras nem sempre causam falhas de perda de retorno, especialmente em</li> </ul>

Tabela 5.1 – Possíveis causa de resultado de teste (Fluke Networks, 2013), Continuação

	<p>cabos bons e distantes das extremidades do enlace</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Autoteste incorreto selecionado (mais fácil passar nos limites de RL)</li> <li>- “Falha” em baixa frequência no gráfico de RL, mas passa no geral, devido à “regra dos 3 dB”, onde todos os resultados de RL medidos com perda de inserção inferior a 3 dB não podem falhar</li> </ul>
--	--

## ELFEXT (ACR-F) e PSELFEXT (PS ACR-F)

<i>Resultado do teste</i>	<i>Possível Causa do Resultado</i>
Falha, *falha ou *passa	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Regra geral: resolva problemas de NEXT antes – Normalmente isso corrige quaisquer problemas de ACR-F</li> <li>- Sobras enroladas com muitas voltas estreitas</li> </ul>

## Resistência

<i>Resultado do teste</i>	<i>Possível Causa do Resultado</i>
Falha, *falha ou *passa	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Comprimento excessivo do cabo</li> <li>- Conexão ruim devido a contatos oxidados</li> <li>- Conexão ruim devido a condutores mal encaixados</li> <li>- Cabo com fios mais finos</li> <li>- Tipo incorreto de <i>patch cord</i></li> </ul>

A tabela 5.2 apresenta os dados indicados pela norma EIA/TIA 568C para cat. 5e e cat. 6 que devem ser seguidos para que os pontos sejam certificados.

Tabela 5.2 – Parâmetros para Certificação (Apostila AMP, 2012)

Parâmetros	Cat 5E	Cat 6
Faixa de Frequência	1- 100 MHz	1- 250 MHz
Atraso de Propagação	548 ns	555 ns
Delay Skew (Desvio do Retardo)	50 ns	50 ns
Perda de Inserção	24 dB	36 dB
NEXT	30,1 dB	33,1 dB
PS-NEXT	27,1 dB	30,2 dB
ELFEXT (ACR-F)	17,4 dB	15,3 dB
PS-ELFEXT (PS-ACR-F)	14,4 dB	12,3 dB
Perda de Retorno	10 dB	8 dB

Tabela 5.3 – Testes Realizados

	PERDA DE								RL (dB)
	Comprimento (m)	INSERÇÃO (dB)	NEXT (dB)	PS NEXT (dB)	ACR-F (dB)	PS ACR- F (db)	ACR-N (dB)	PS ACR-N (dB)	
teste 1	41	22,7	5,5	6	8,5	11,2	12,7	13,9	-1,9
teste 2	12,8	31,6	7,6	8,6	14,4	14,7	16,3	17,4	6
teste 3	58,3	16,7	6,2	8,3	14,2	15,5	12,2	12,9	2,8
teste 4	44,5	20,6	9,6	9,4	15	14,8	15,6	15	4,2

A tabela 5.3 resume resultados de 4 testes, onde seus resultados podem ser encontrados no anexo A. O equipamento Fluke DTX-1800, permite a importação de dados para o computador. A partir da importação dos dados, os mesmos podem ser exportados de uma forma completa que mostra todos os testes realizados pelo aparelho. Tendo assim um documento completo que pode ser disponibilizado para o cliente.

Todos os testes, com a exceção do teste 1, passaram no teste. No parâmetro comprimento, o limite máximo é de 100 m. Para o retardo de propagação, o limite é de 555 ns. No desvio de retardo o limite é 50 ns, o teste 1 obteve 10 ns, teste 2 3 ns, teste 3 14 ns e o teste 4 11 ns. No teste perda de inserção, é mostrado o resultado da margem a 250 MHz, que é calculado pelo valor limite (que é 35,6 db) menos o valor medido. Nos testes de NEXT, PS NEXT, ACR-F, PS ACR-F, ACR-N, PS-ACR-N e RL; são apresentados: o pior par, o valor, a frequência e o limite; referenciando sempre o pior valor e a pior margem, medido tanto pela



unidade principal e quanto pela unidade remota. Além de mostrar o gráfico principal e remoto de cada um destes testes.

O cabo do teste 1 foi diagnosticado falha possivelmente por defeito do cabo, já que os conectores eram novos e foram reconectados três vezes. O cabo por sua vez se encontrava em um estado não muito satisfatório.

A diferença entre os valores de metragens entre os pares é devido ao trançamento que é diferente para cada par. Quanto maior a distancia maior será o ACR. Perda de retorno tem a ver com retorno de parte do sinal. Com exceção do teste 1 os demais passaram e não apresentaram problemas.

Nota-se que não houve problemas quanto ao ACR, pois em condições controladas a qual foi submetido o teste e com uma metragem relativamente pequena o ACR não sofre grandes perdas, o que acarretaria em uma perda maior da potencia do sinal, ou seja, perda por inserção.

Verificou-se também nos testes que uma conexão bem feita tanto no *patch panel* como na tomada, com o uso de ferramental de maior precisão do próprio fabricante, o resultado de NEXT e ELFEXT passa a ser satisfatório.

Com respeito ao resultado de *Delay* tivemos uma metragem pequena e, portanto o valor ficou bastante longe do crítico. Quanto ao *Delay Skew*, a dependência está na qualidade do cabo a ser usado ou no manuseio do mesmo, como alta tração, acima do permitido por norma, de 110 Newtons, quando no lançamento. Portanto, considerando que o cabo é de fabricante de primeira linha e não houve problema no manuseio para instalação no modelo apresentado, logo os resultados de *delay skew* foram bastante satisfatórios.

### 5.1 – O equipamento Fluke DTX 1800 CableAnalyzer™

Este equipamento é um certificador e analisador de cabo. Ele é usado tanto para testes de cabeamento metálico categoria 5, 5e e 6, quanto para fibra óptica multimodo e monomodo. Com este equipamento foram realizados todos os testes mencionados neste capítulo.



Figura 5.2 – Fluke DTX 1800.  
(<http://www.falcontech.com/>)

O Equipamento é composto de dois módulos, uma unidade principal e uma unidade remota, sendo a unidade principal composta de uma tela de LCD colorida, conforme é observado na figura 5.2. Além de realizar os testes seguindo a norma da EIA/TIA, ele os realiza de forma bastante rápida, aumentando assim o rendimento dos operadores.

O aparelho também informa um relatório completo de cada teste, informando resultados de cada par além de mostrar gráficos.

Na figura 5.3 é possível visualizar os dados do par. É observado o comprimento de cada par, o retardo de propagação ou atraso de propagação, que é o tempo gasto para o sinal passar de um módulo ao outro, isso medido em cada par; o desvio de retardo, que é nada mais que a diferença entre os três maiores pares menos o menor par, por isso o par de menor valor possui o valor zero.

Na tela é possível visualizar também a resistência em ohms de cada par.

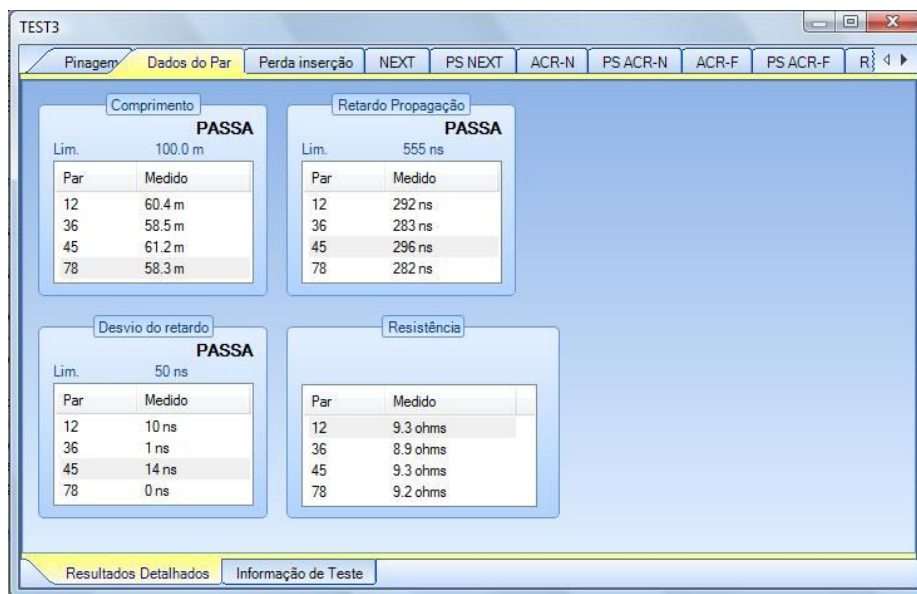


Figura 5.3 – Dados do Par.

Na figura 5.4 podemos observar os resultados do teste de perda de inserção, podendo ser também chamado de atenuação, que mostra a quantidade de sinal que foi perdida de cada par. Pode-se perceber o limite de 35,9 dB e que todos os pares tiveram resultados abaixo do limite.

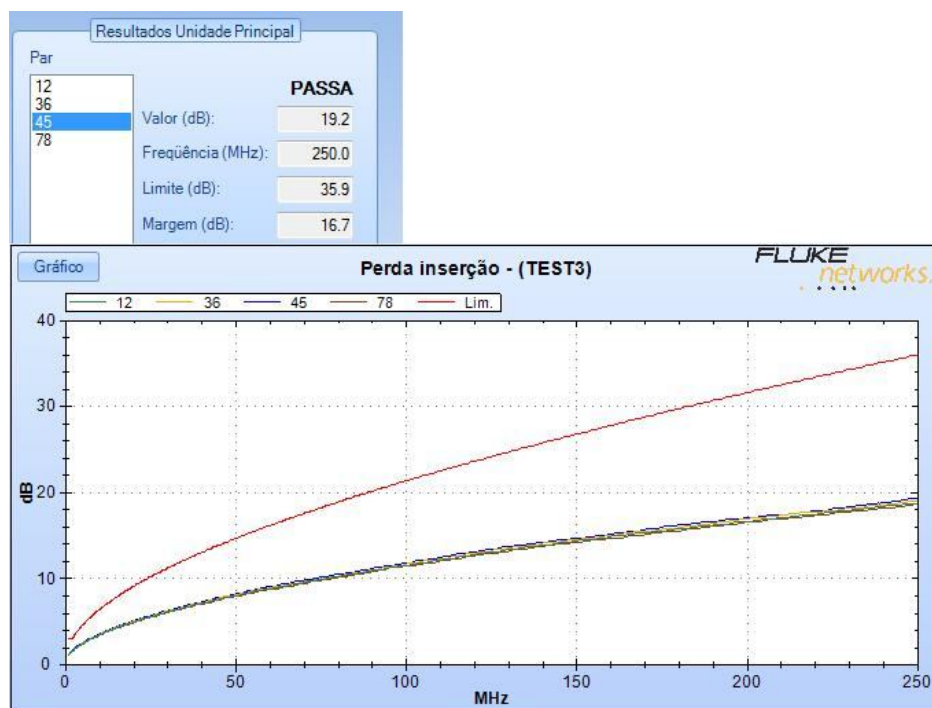


Figura 5.4 – Perda de inserção.

Na figura 5.5 mostra-se o resultado de NEXT do teste 3 mostrado na tabela 5.3. Nota-se que o aparelho realiza testes tanto a partir da unidade principal quanto a unidade remota, e ainda mostra a interferência entre todos os pares.



Figura 5.5 – Piores margens teste NEXT.

Enquanto que na figura 5.5 é mostrado as piores margens que é a diferença entre os Valores (dB) menos os Limites (dB). Sendo o limite o menor valor possível segundo a norma. A figura 5.6 mostra os piores valores de cada par.

O aparelho também apresenta dois gráficos, tanto da unidade principal quanto a unidade remota. Nas figuras 5.7 e 5.8, podem-se observar a interferência entre cada par, cada um demonstrado em uma cor diferente, e o limite mostrado na cor vermelha.

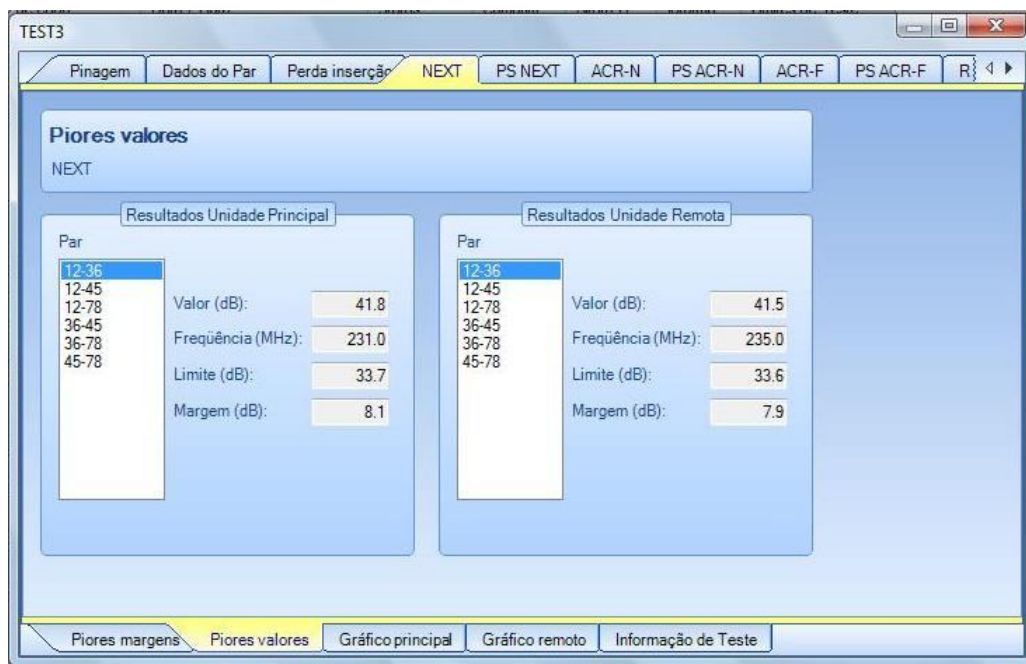


Figura 5.6 – Piores valores teste NEXT.

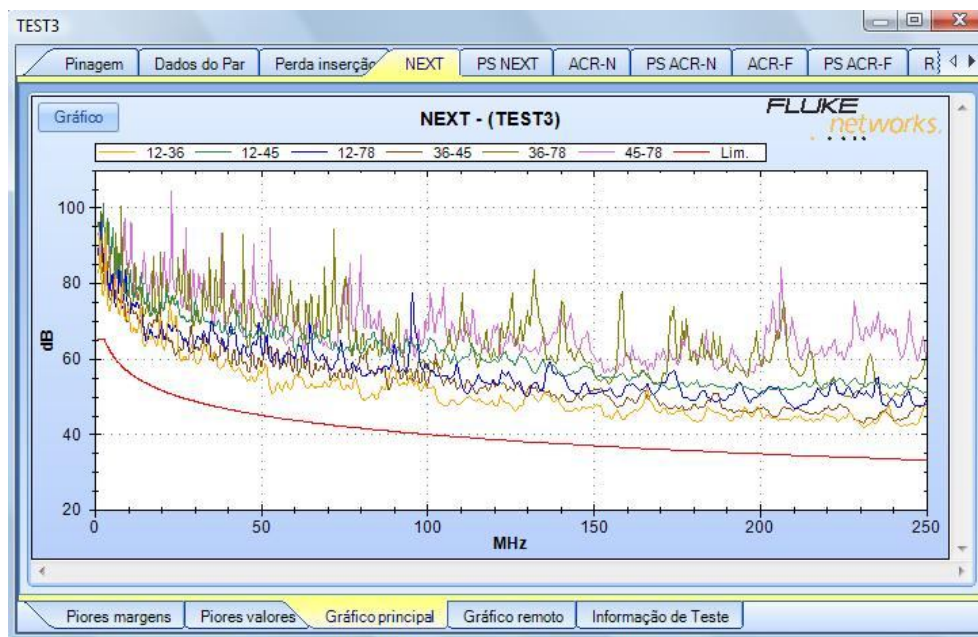


Figura 5.7 – Gráfico Unidade Principal – NEXT.

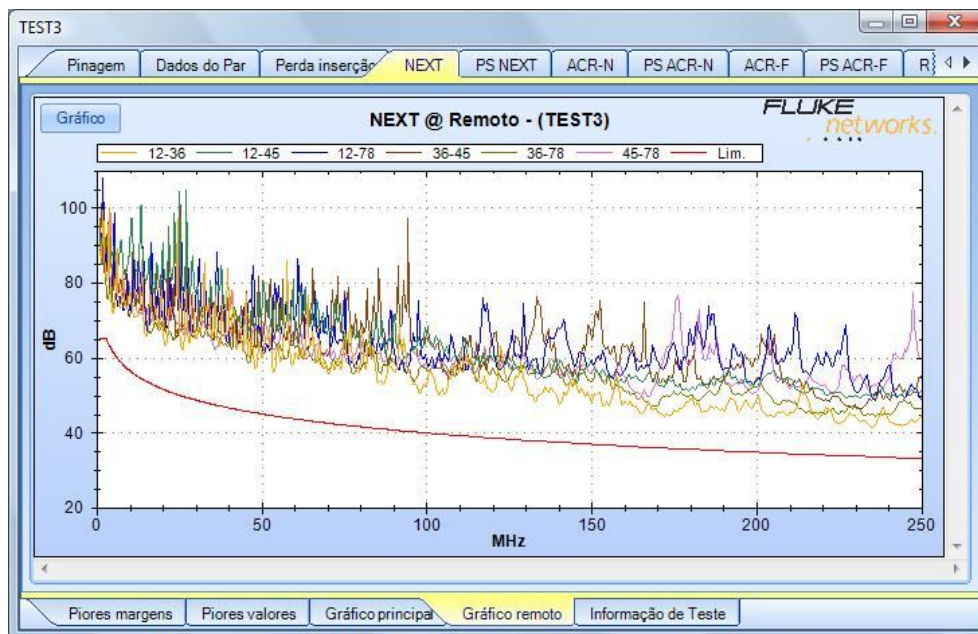


Figura 5.8 – Gráfico Unidade Remota – NEXT.

No teste de PS NEXT tem-se apenas quatro resultados pois neste teste é medida a interferência dos três pares no outro par. Conforme é apresentado na figura 5.9, onde aparecem as piores margens, os piores valores e os gráficos principal e remoto, semelhante ao teste de NEXT.

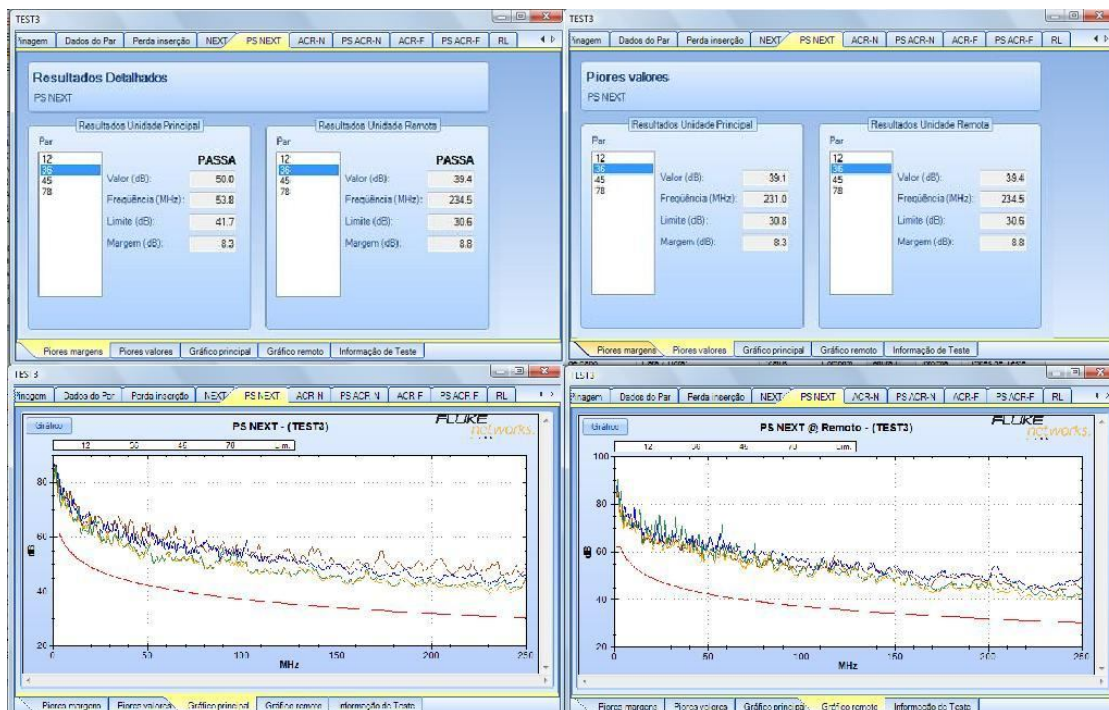


Figura 5.9 – Teste de PS NEXT.



Na figura 5.10 podemos ver o mesmo teste, mostrando apenas as piores margens, os piores valores e o gráfico principal, com os resultados dos pares que tiveram piores resultados, ou seja, o par 36.

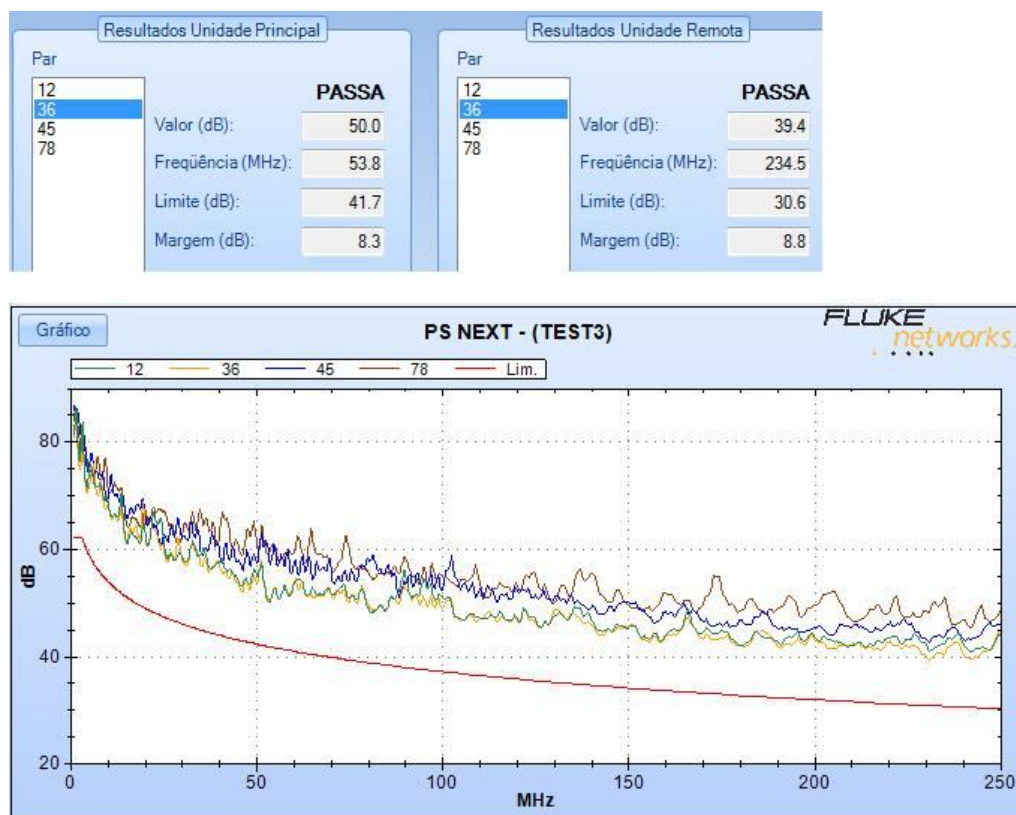


Figura 5.10 – Teste de PS NEXT.

O teste de ACR-N e de PS-ACR-N, se comporta de forma semelhante aos do NEXT, sendo ele calculado entre a atenuação subtraído do NEXT. Conforme se pode ver nas figuras 5.11 e 5.12.

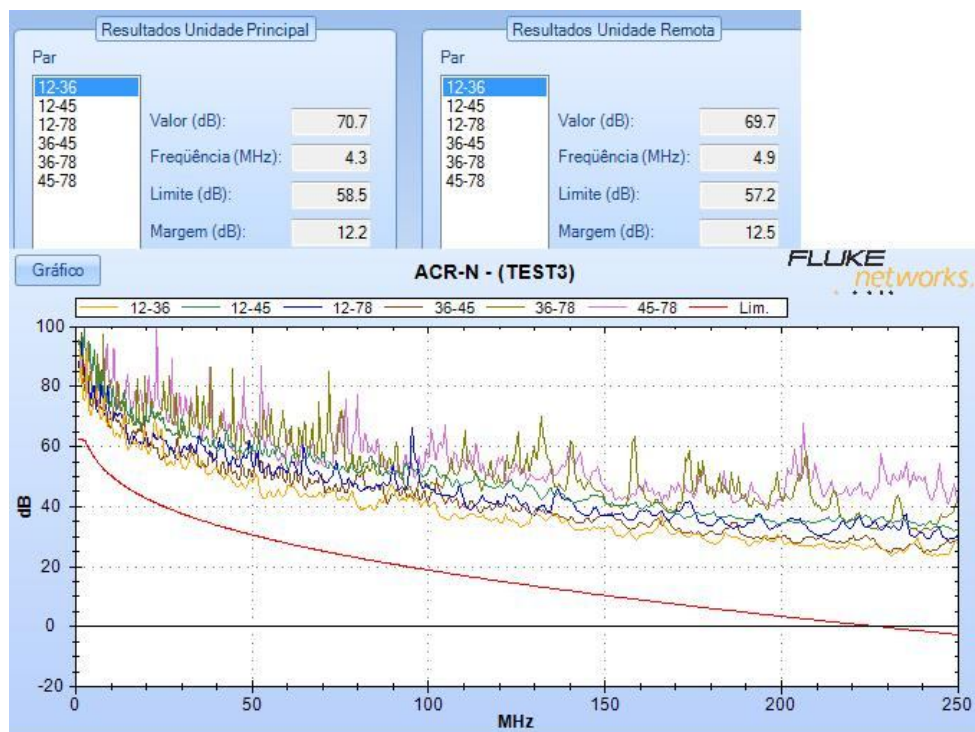


Figura 5.11 – Teste de ACR-N.

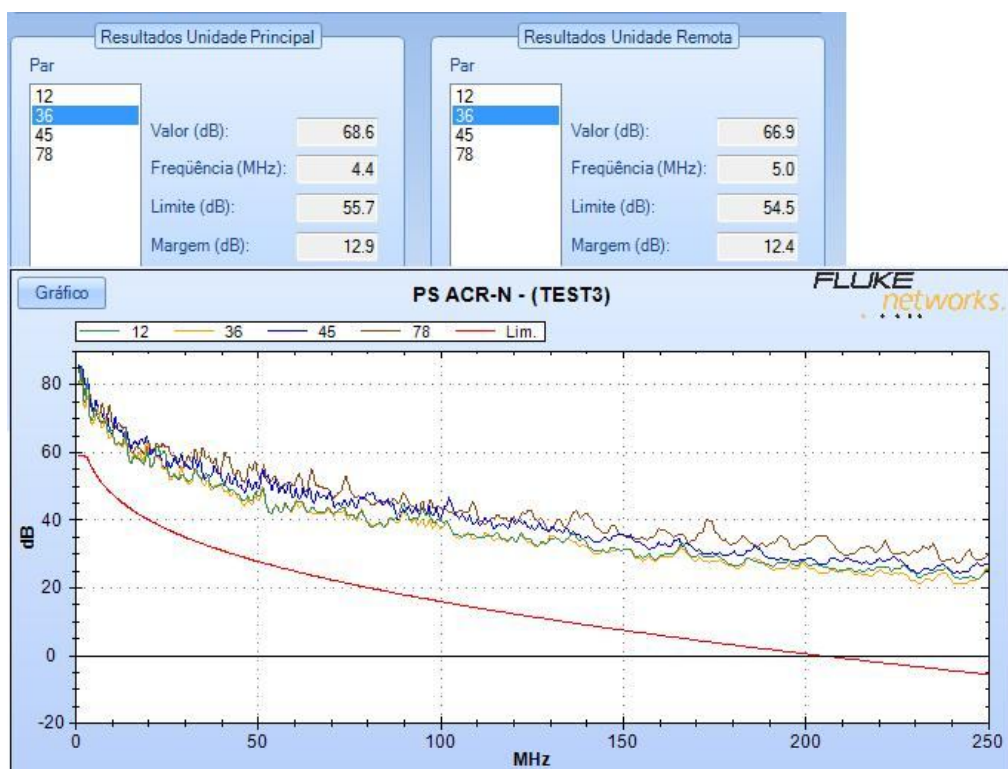


Figura 5.12 – Teste de PS ACR-N.



No caso do teste de ACR-F pode-se notar uma diferença entre os testes anteriores, ao invés de 12 resultados como o NEXT e o ACR-N, tem-se vinte e quatro resultados. Isto porque a perda de inserção pode ter uma pequena variação dependendo de qual par foi energizado. Então, como exemplo, o testador vai energizar o par 1 e escutar o par 2 em uma extremidade. E depois, ele irá energizar par 2 e ouvir o par 1 na mesma extremidade. Variação que ocorre apenas na extremidade distante, então ocorrendo apenas no ACR-F.

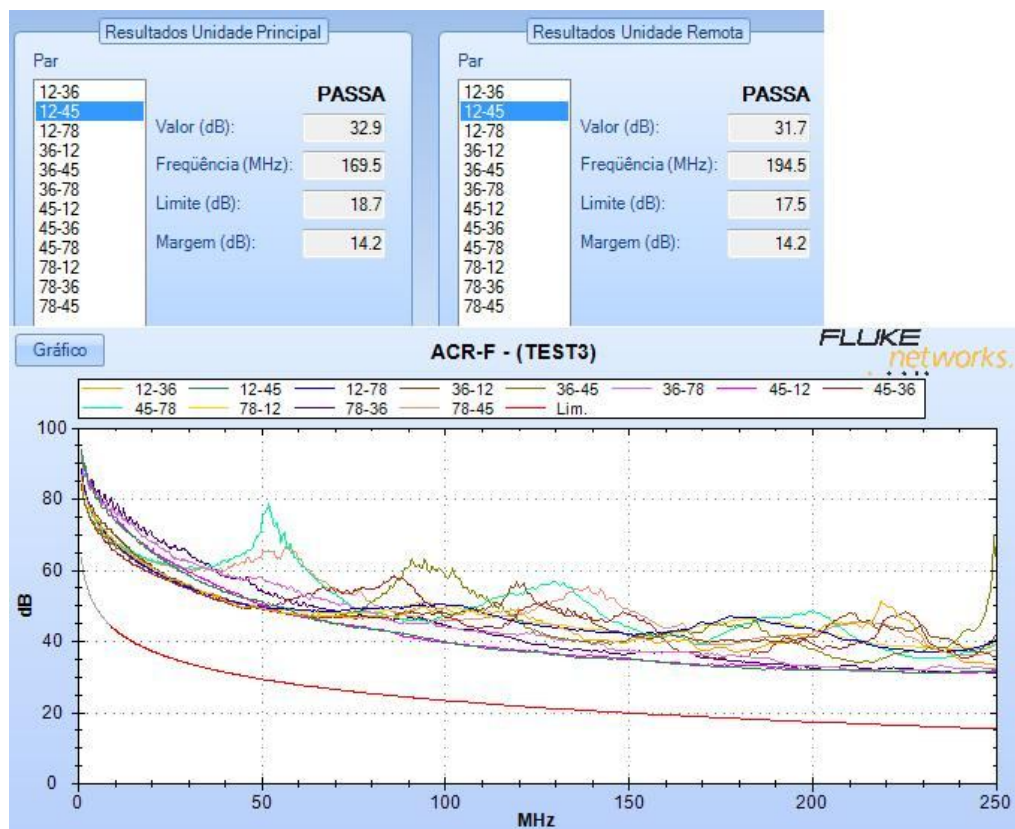


Figura 5.13 – Teste de ACR-F.

No caso do PS ACR-F assim como nos outros “*Power Sum*”, temos apenas 4 resultados, pois medimos a interferência dos três pares no par em questão.

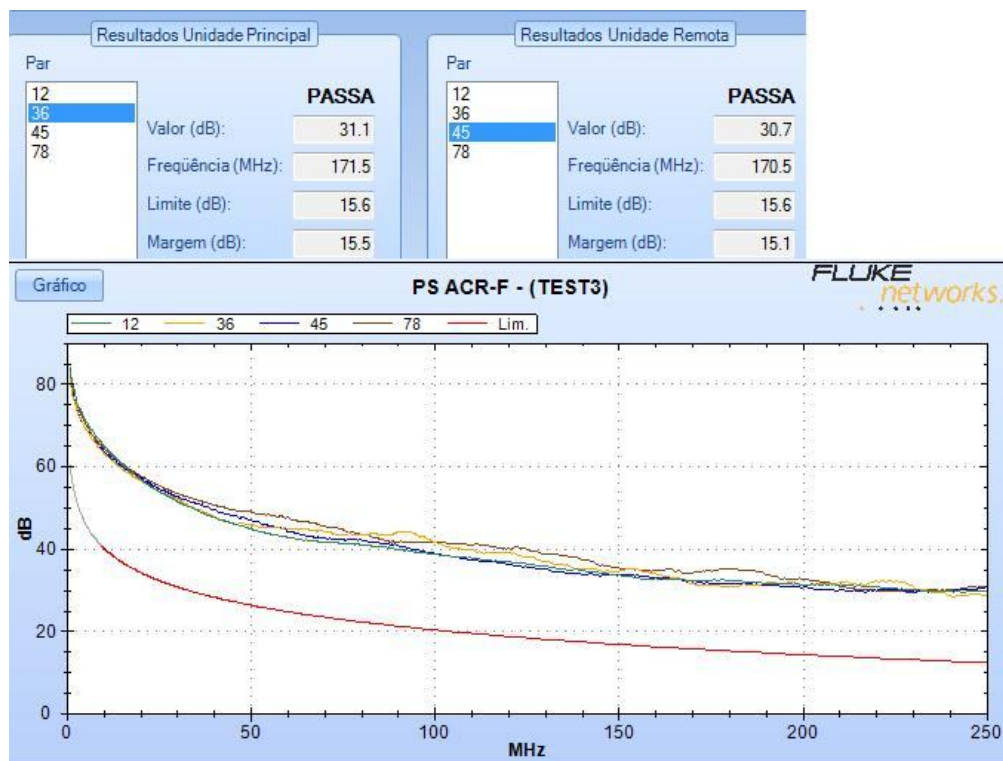


Figura 5.14 – Teste de PS ACR-F

Na Figura 5.15, é apresentado o teste de Perda de Retorno (*Return Loss – RL*). Podendo ser traduzido como o sinal refletido ao transmissor.

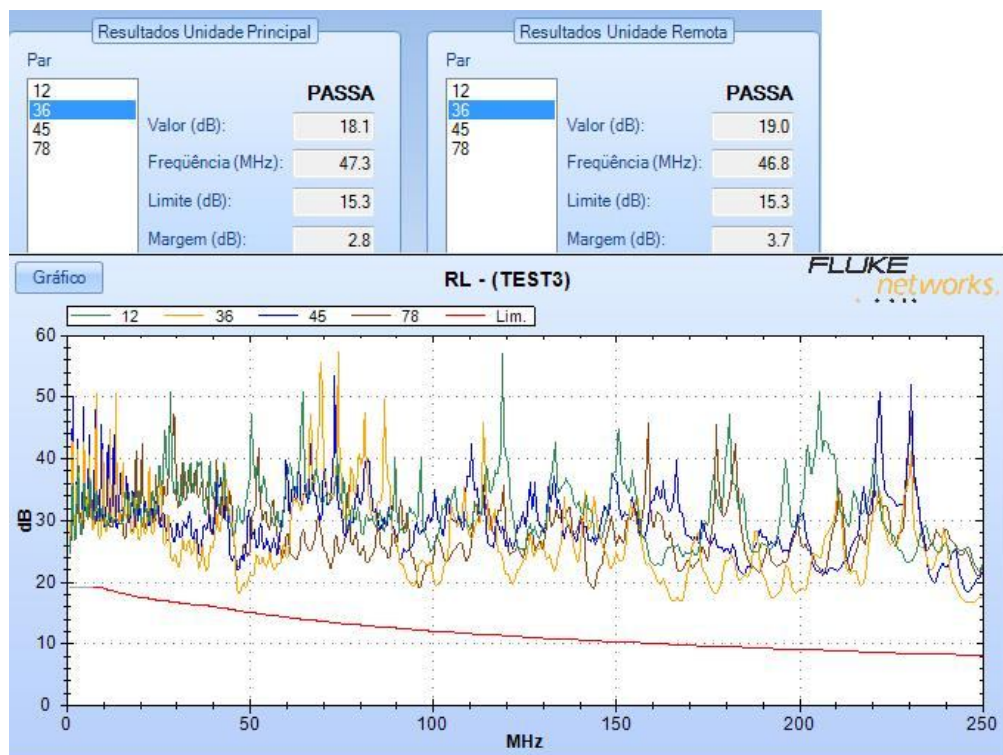


Figura 5.15 – Teste de RL – *Return Loss*

Também é possível exportar os dados em formato “.pdf” como mostrado no anexo A. Isso facilita quando se tem que mandar o arquivo para o cliente. Desta forma foram realizados os testes com equipamento profissional sobre uma estrutura (protótipo) representativa de vários subsistemas do cabeamento estruturado, permitindo comparar os resultados com os da norma e mostrando que foi possível demonstrar a validade do projeto.

## CONCLUSÃO

Notou-se pelo levantamento efetuado que a rede não cumpria os requisitos básicos das normas de cabeamento estruturado EIA/TIA 568C, EIA/TIA 606 e EIA/TIA 569B. Tais como: acomodação de cabos em dutos, organização do cabeamento, distância da rede elétrica e identificação de pontos. Isso evita uma perda no desempenho, um controle maior da estrutura e uma adequação prevendo a futuras necessidades. Além do que a quantidade de pontos estava bem aquém das necessidades atuais e futuras. Desta forma foi projetada uma nova rede estruturada de tal forma a corrigir todos os problemas levantados e em atendimento às normas vigentes de cabeamento estruturado.

O protótipo criado teve como objetivo demonstrar a solução de forma prática, além de efetuar testes que comprovam um melhor desempenho para uma estrutura dentro dos padrões normativos.

A utilização do equipamento de medição foi primordial para demonstrar de forma clara todos os parâmetros previstos em norma, então, com a utilização do aparelho, todos os testes, com exceção de um, obtiveram êxito.

É possível afirmar que foi possível certificar o cabeamento estruturado do trabalho, e que o mesmo apresentou resultados compatíveis às normas de cabeamento estruturado.

Utilizando o mesmo equipamento é possível fazer o mesmo estudo com fibra óptica, ficando assim esta sugestão para um trabalho futuro.

## REFERÊNCIAS

BARCELOS, Érica. Cabeamento de Redes. Disponível em: <<http://www.simonsen.br/its/pdf/apostilas/base-tecnica/2/cabeamento-de-redes-2-ano-de-informatica-2-capitulo.pdf>> acesso em: 01/11/13.

Cabeamento Estruturado – Furokawa – Instalação, Materiais e Normas. Disponível em: <<http://www.poli.br/~marcilio/Redes%20e%20Ambientes%20Operacionais/2o%20Exercicio/Cabeamento%20Estruturado%20-%20FURUKAWA%20-%20Instala%E7%E3o,%20Materiais,%20Normas.pdf>>, acesso em: 25/10/13.

Fluke Networks. Disponível em: <<http://pt.flukenetworks.com/>> acesso em: 25/10/13.

GUEDES, Marcos. Apostila de Tecnologias Avançadas de Cabeamento Estruturado – AMP – Brasília: Tyco Electronics Brasil S/A. 2013.

MARIN, Paulo Sérgio. Cabeamento Estruturado – São Paulo: Editora Érica Ltda., 2008.

MONTORO, Fábio. Telecomunicações em Edifícios no Projeto de Arquitetura – São Paulo: Pini, 2011.

MORIMOTO, Carlos E. Redes guia prático. Editora GDH Press e Sul Editores. 2ª Edição, 2011.

OPPENHEIMER, Priscilla. Projetos de Redes Top Down – São Paulo: Editora Campus. 1999.

PINHEIRO, José Maurício S. Guia Completo de Cabeamento Estruturado – São Paulo: Editora Campus. 2003.

PINHEIRO, José Maurício Santos. Porque Usar Sistemas Estruturados. Disponível em: <[http://www.projetoderedes.com.br/artigos/artigo\\_sistemas\\_estruturados.php](http://www.projetoderedes.com.br/artigos/artigo_sistemas_estruturados.php)> , acesso em: 15/09/2013.

*TIA Standards Overview*. Disponível em: <<http://www.tiaonline.org/standards/tia-standards-overview>> acesso em: 15/09/2013.

ULIANA, Ivan Arca. Apostila de Tecnologia de Cabeamento Estruturado – AMP – São Paulo: Tyco Electronics Brasil S/A. 2013.

## ANEXO A

Aqui se encontra o resultado dos quatro testes descritos no capítulo 5

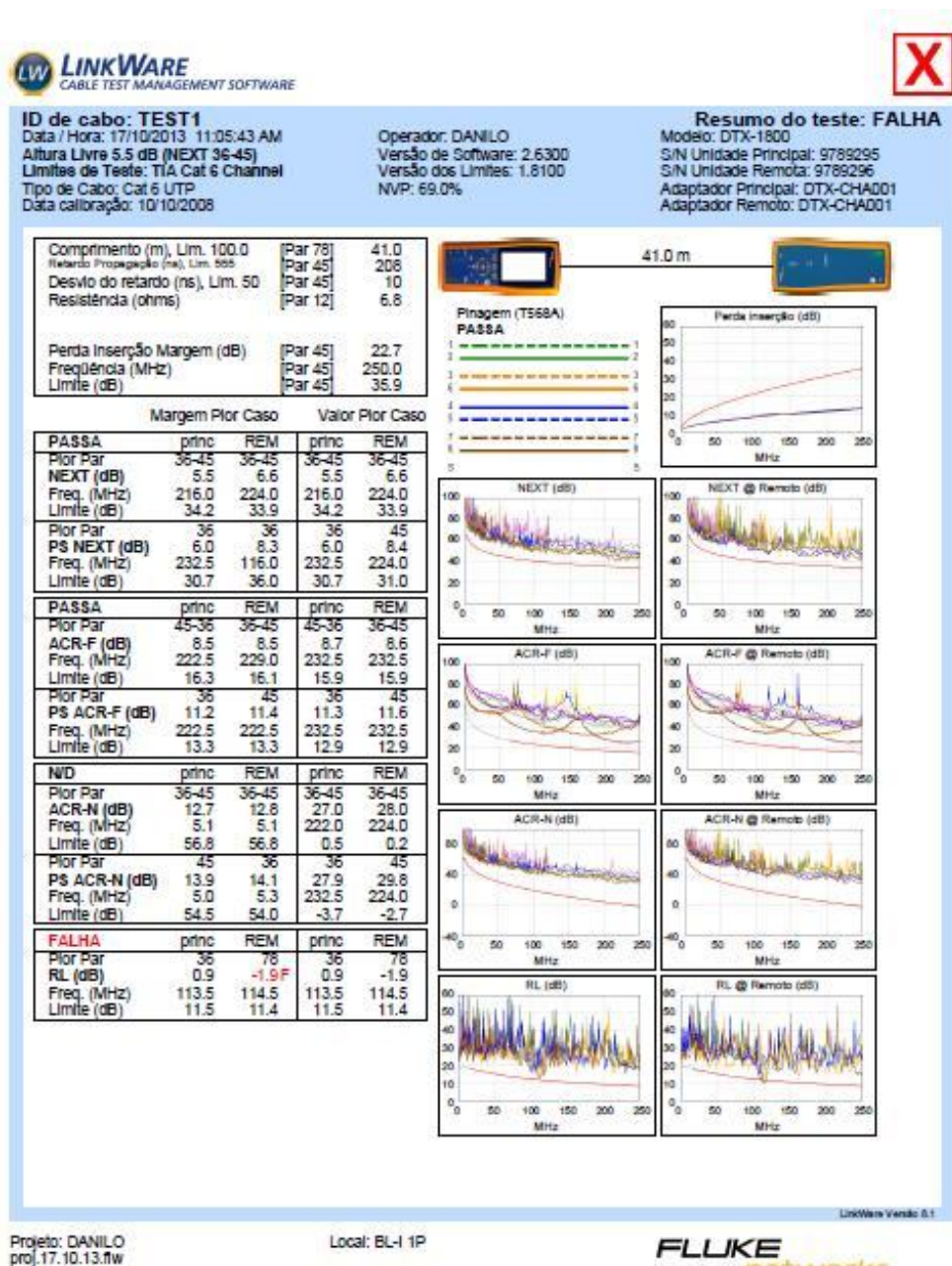


Figura A.1 – Teste 1




**ID de cabo: TEST2**

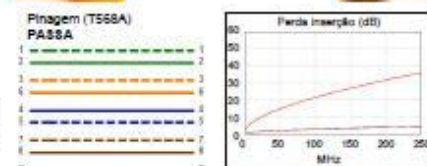
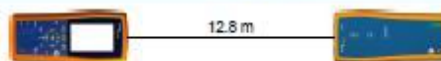
Data / Hora: 17/10/2013 11:04:03 AM  
 Altura Livre 7.3 dB (NEXT 36-45)  
 Limites de Teste: TIA Cat 6 Channel  
 Tipo de Cabo: Cat 6 UTP  
 Data calibração: 10/10/2008

Operador: DANILO  
 Versão de Software: 2.6300  
 Versão dos Limites: 1.8100  
 NVP: 69.0%

**Resumo do teste: PASSA**

Modelo: DTX-1800  
 S/N Unidade Principal: 9789295  
 S/N Unidade Remota: 9789296  
 Adaptador Principal: DTX-CHA001  
 Adaptador Remoto: DTX-CHA001

Comprimento (m), Lim. 100.0	Par 36	12.8
Retardo Propagação (ns), Lim. 555	Par 45	65
Desvio do retardo (ns), Lim. 50	Par 45	3
Resistência (ohms)	Par 78	2.5
Perda Inserção Margem (dB)	Par 12	31.6
Frequência (MHz)	Par 12	250.0
Limite (dB)	Par 12	35.9



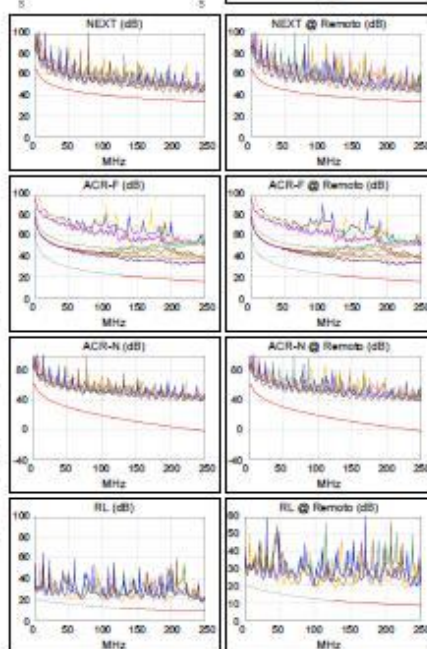
	Margem Pior Caso	Valor Pior Caso
<b>PASSA</b>	princ	REM
Pior Par	36-45	36-45
NEXT (dB)	7.6	7.3
Freq. (MHz)	72.8	167.0
Limite (dB)	42.3	36.1
Pior Par	36	78
PS NEXT (dB)	8.6	8.8
Freq. (MHz)	230.5	234.0
Limite (dB)	30.8	30.7

<b>PASSA</b>	princ	REM
Pior Par	78-36	36-78
ACR-F (dB)	14.4	14.5
Freq. (MHz)	147.0	147.0
Limite (dB)	19.9	19.9
Pior Par	36	36
PS ACR-F (dB)	14.7	14.6
Freq. (MHz)	2.6	2.6
Limite (dB)	51.9	51.9

<b>N/D</b>	princ	REM
Pior Par	36-45	36-45
ACR-N (dB)	16.3	16.1
Freq. (MHz)	10.3	9.8
Limite (dB)	50.0	50.5
Pior Par	36	45
PS ACR-N (dB)	17.4	17.5
Freq. (MHz)	8.4	10.0
Limite (dB)	49.5	47.7

<b>PASSA</b>	princ	REM
Pior Par	36	36
RL (dB)	6.0	7.0
Freq. (MHz)	128.0	128.5
Limite (dB)	10.9	10.9

Padrões de Rede em Conformidade:  
 10BASE-T 100BASE-TX 100BASE-T4  
 1000BASE-T ATM-28 ATM-51  
 ATM-155 100VG-AnyLan TR-4  
 TR-15 Active TR-15 Passive



LinkWare Versão: 5.1

Projeto: DANILO  
 proj.17.10.13.flw

Local: BL-I 1P

**FLUKE**  
 networks

Figura A.2 – Teste 2




**ID de cabo: TEST3**

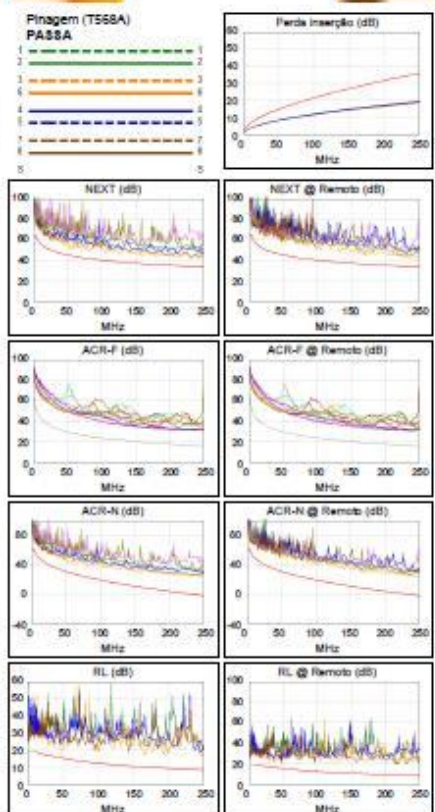
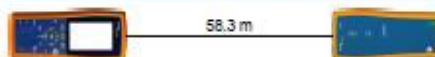
Data / Hora: 17/10/2013 11:18:05 AM  
 Altura Livre 6.2 dB (NEXT 12-36)  
 Limites de Teste: TIA Cat 6 Channel  
 Tipo de Cabo: Cat 6 UTP  
 Data calibração: 10/10/2008

Operador: DANILO  
 Versão de Software: 2.6300  
 Versão dos Limites: 1.8100  
 NVP: 69.0%

**Resumo do teste: PASSA**

Modelo: DTX-1800  
 S/N Unidade Principal: 9789295  
 S/N Unidade Remota: 9789296  
 Adaptador Principal: DTX-CHA001  
 Adaptador Remoto: DTX-CHA001

Comprimento (m), Lim. 100.0	[Par 78]	58.3
Retardo Propagação (ns), Lim. 555	[Par 45]	296
Desvio do retardo (ns), Lim. 50	[Par 45]	14
Resistência (ohms)	[Par 12]	9.3
Perda Inserção Margem (dB)	[Par 45]	16.7
Frequência (MHz)	[Par 45]	250.0
Limite (dB)	[Par 45]	35.9



Margem Pior Caso Valor Pior Caso

PASSA	princ	REM	princ	REM
Pior Par	12-36	12-36	12-36	12-36
NEXT (dB)	6.2	7.9	8.1	7.9
Freq. (MHz)	53.5	235.0	231.0	235.0
Limite (dB)	44.5	33.6	33.7	33.6
Pior Par	36	36	36	36
PS NEXT (dB)	8.3	8.8	8.3	8.8
Freq. (MHz)	53.8	234.5	231.0	234.5
Limite (dB)	41.7	30.6	30.8	30.6

PASSA	princ	REM	princ	REM
Pior Par	12-45	12-45	45-12	12-45
ACR-F (dB)	14.2	14.2	14.9	14.6
Freq. (MHz)	169.5	194.5	234.5	238.5
Limite (dB)	18.7	17.5	15.9	15.7
Pior Par	36	45	36	45
PS ACR-F (dB)	15.5	15.1	15.8	16.0
Freq. (MHz)	171.5	170.5	240.5	240.0
Limite (dB)	15.6	15.6	12.6	12.7

N/D	princ	REM	princ	REM
Pior Par	12-36	12-36	12-36	12-36
ACR-N (dB)	12.2	12.5	25.5	24.3
Freq. (MHz)	4.3	4.9	242.5	235.0
Limite (dB)	58.5	57.2	-2.0	-1.1
Pior Par	36	36	36	36
PS ACR-N (dB)	12.9	12.4	24.4	25.1
Freq. (MHz)	4.4	5.0	231.0	234.5
Limite (dB)	55.7	54.5	-3.5	-4.0

PASSA	princ	REM	princ	REM
Pior Par	36	36	36	36
RL (dB)	2.8	3.7	8.5	3.7
Freq. (MHz)	47.3	46.8	246.0	46.8
Limite (dB)	15.3	15.3	8.1	15.3

Padrões de Rede em Conformidade:  
 10BASE-T 100BASE-TX 100BASE-T4  
 1000BASE-T ATM-25 ATM-51  
 ATM-155 100VG-AnyLan TR-4  
 TR-15 Active TR-15 Passive

Projeto: DANILO  
 proj.17.10.13.fw

Local: BL-I 1P

**FLUKE**  
 networks

Figura A.3 – Teste 3

**ID de cabo: TEST4**

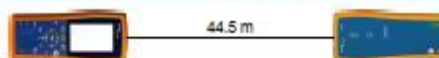
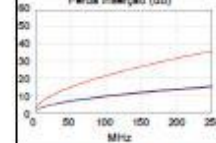
Data / Hora: 17/10/2013 11:21:22 AM  
 Altura Livre 8.3 dB (NEXT 12-36)  
 Limites de Teste: TIA Cat 6 Channel  
 Tipo de Cabo: Cat 6 UTP  
 Data calibração: 10/10/2008

Operador: DANILO  
 Versão de Software: 2.6300  
 Versão dos Limites: 1.8100  
 NVP: 69.0%

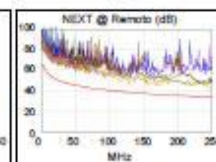
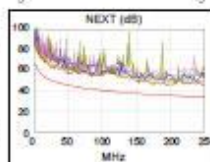
**Resumo do teste: PASSA**

Modelo: DTX-1800  
 S/N Unidade Principal: 9789295  
 S/N Unidade Remota: 9789296  
 Adaptador Principal: DTX-CHA001  
 Adaptador Remoto: DTX-CHA001

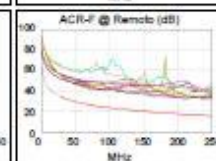
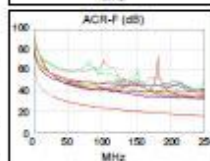
Comprimento (m), Lim. 100.0	[Par 78]	44.5
Retardo Propagação (ns), Lim. 555	[Par 45]	226
Desvio do retardo (ns), Lim. 50	[Par 45]	11
Resistência (ohms)	[Par 12]	7.4
Perda Inserção Margem (dB)	[Par 45]	20.6
Frequência (MHz)	[Par 45]	250.0
Limite (dB)	[Par 45]	35.9

**Pinagem (T568A)****PASSA****Perda Inserção (dB)****Margem Pior Caso**

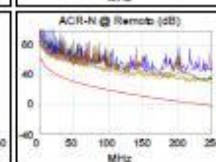
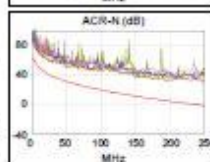
PASSA	princ	REM	princ	REM
Pior Par	12-36	12-36	36-45	12-36
NEXT (dB)	9.6	8.3	9.6	8.8
Freq. (MHz)	175.5	167.5	194.0	247.0
Limite (dB)	35.8	36.1	35.0	33.2
Pior Par	36	36	36	36
PS NEXT (dB)	9.4	9.4	9.4	10.0
Freq. (MHz)	175.5	172.5	175.5	244.5
Limite (dB)	32.8	33.0	32.8	30.3



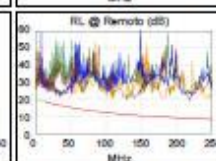
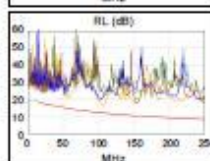
PASSA	princ	REM	princ	REM
Pior Par	78-36	36-78	78-36	36-45
ACR-F (dB)	15.0	15.2	16.1	16.2
Freq. (MHz)	164.0	164.0	233.0	237.5
Limite (dB)	19.0	19.0	15.9	15.7
Pior Par	36	36	36	36
PS ACR-F (dB)	14.8	15.5	15.1	16.9
Freq. (MHz)	209.5	66.8	233.0	229.0
Limite (dB)	13.8	23.8	12.9	13.1



N/D	princ	REM	princ	REM
Pior Par	12-36	36-78	36-45	12-36
ACR-N (dB)	15.6	16.5	32.5	30.0
Freq. (MHz)	3.3	2.3	246.5	247.0
Limite (dB)	60.9	61.9	-2.4	-2.5
Pior Par	36	36	45	36
PS ACR-N (dB)	15.0	16.0	34.3	31.0
Freq. (MHz)	3.3	4.1	246.5	244.5
Limite (dB)	58.4	56.2	-5.4	-5.2



PASSA	princ	REM	princ	REM
Pior Par	36	36	36	78
RL (dB)	4.2	5.5	4.2	10.6
Freq. (MHz)	106.5	38.8	106.5	218.0
Limite (dB)	11.7	16.1	11.7	8.6



Padrões de Rede em Conformidade:

100BASE-T	100BASE-TX	100BASE-T4
1000BASE-T	ATM-28	ATM-51
ATM-105	100VG-AnyLan	TR-4
TR-15 Active	TR-15 Passive	

LinkWare versão 5.1

Projeto: DANILO  
 proj.17.10.13.flw

Local: BL-1 P

**FLUKE**  
 networks

Figura A.4 – Teste 4

## **ANEXO B**

Aqui se encontra as plantas da escola utilizada na monografia. No térreo se encontra a Sala de Equipamentos junto com a Facilidade de Entrada, juntamente com quatro armários de telecomunicação. No 1º andar temos dois armários de telecomunicação e no 2º andar um. Podemos perceber que o cabeamento vertical atravessa os três andares, passando pela sala de equipamentos no térreo, no financeiro no primeiro andar e na direção no segundo andar.

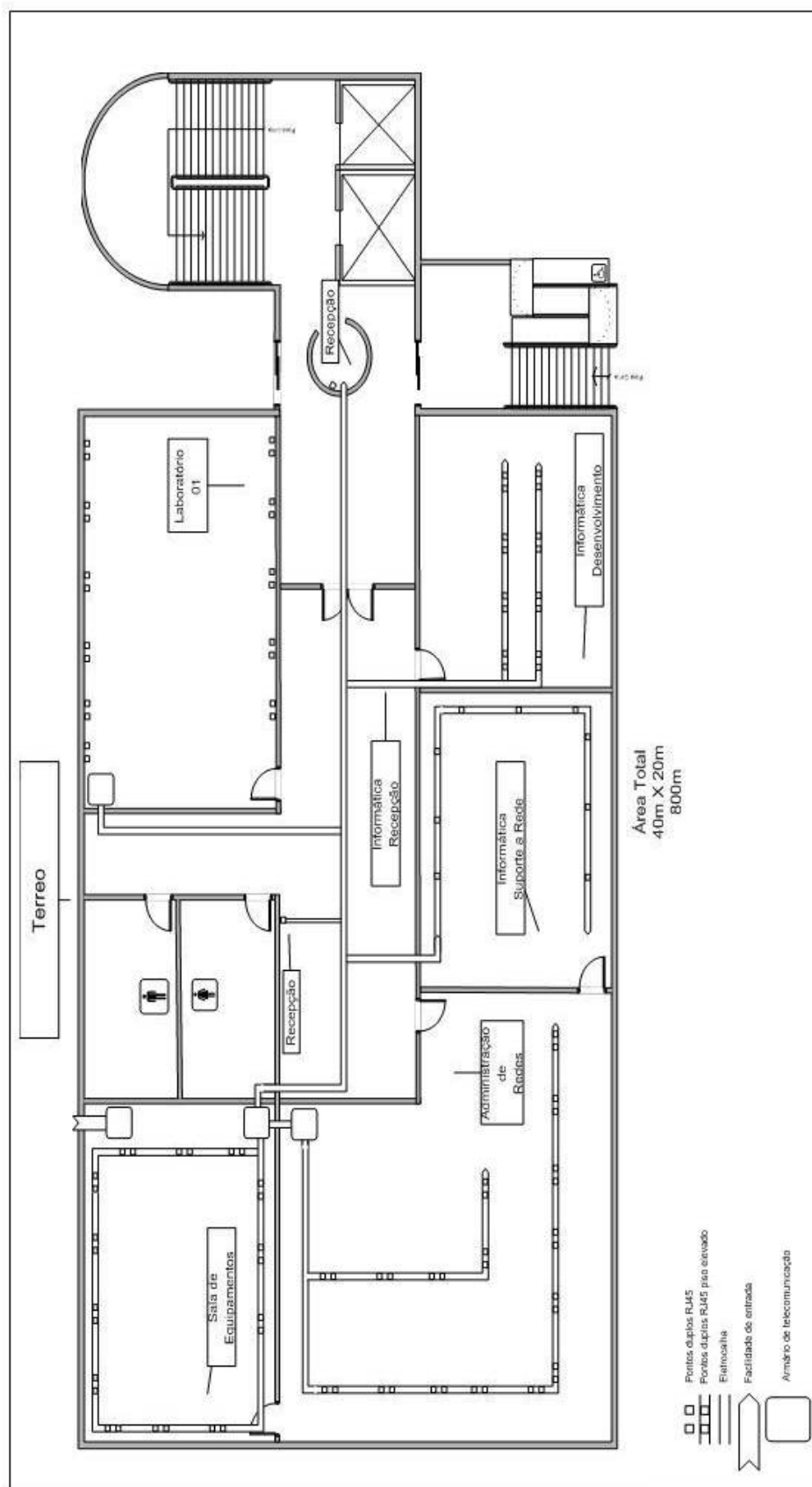


Figura B.1 – Layout do Térreo

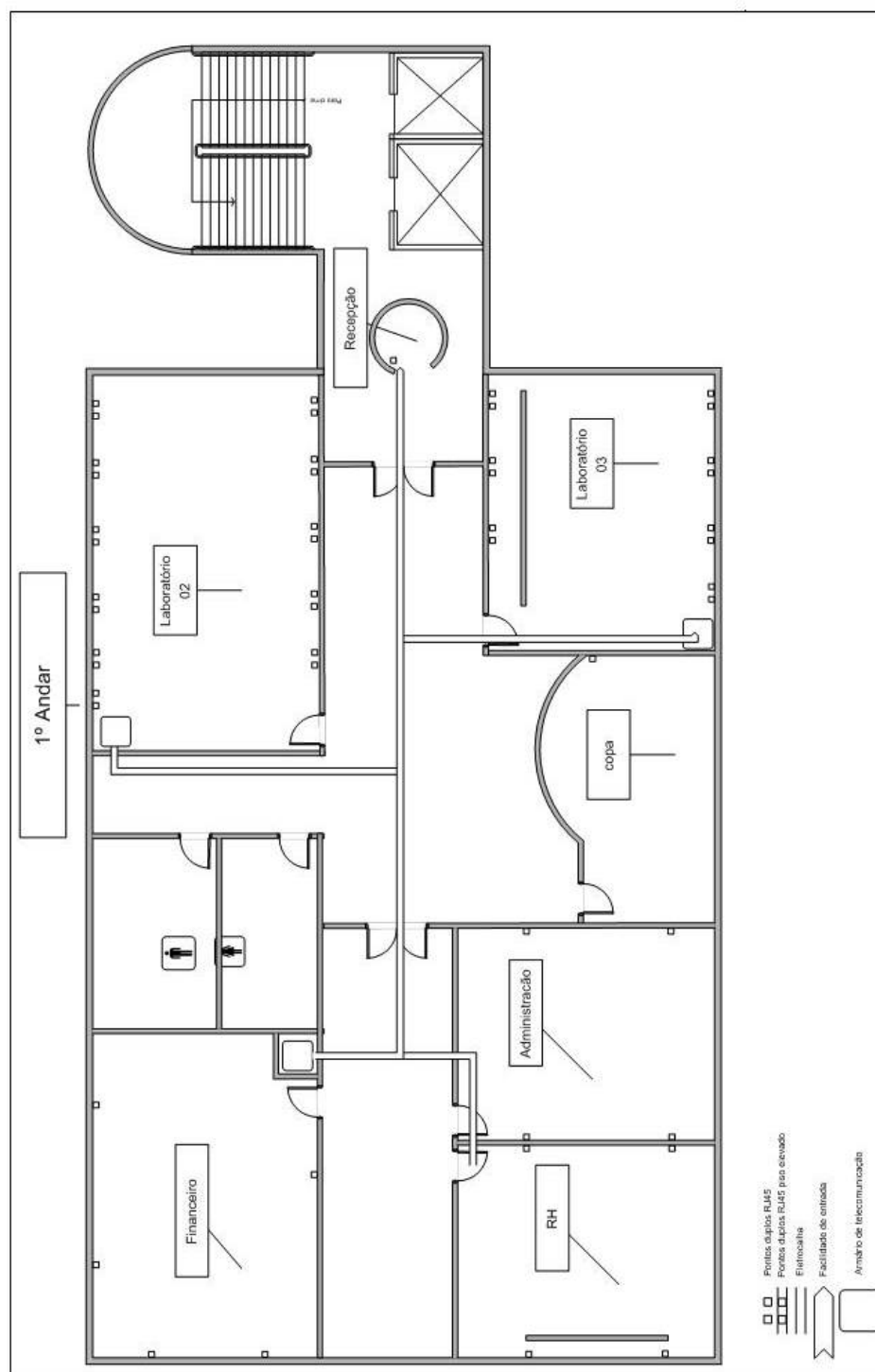


Figura B.2 – Layout do 1º Andar

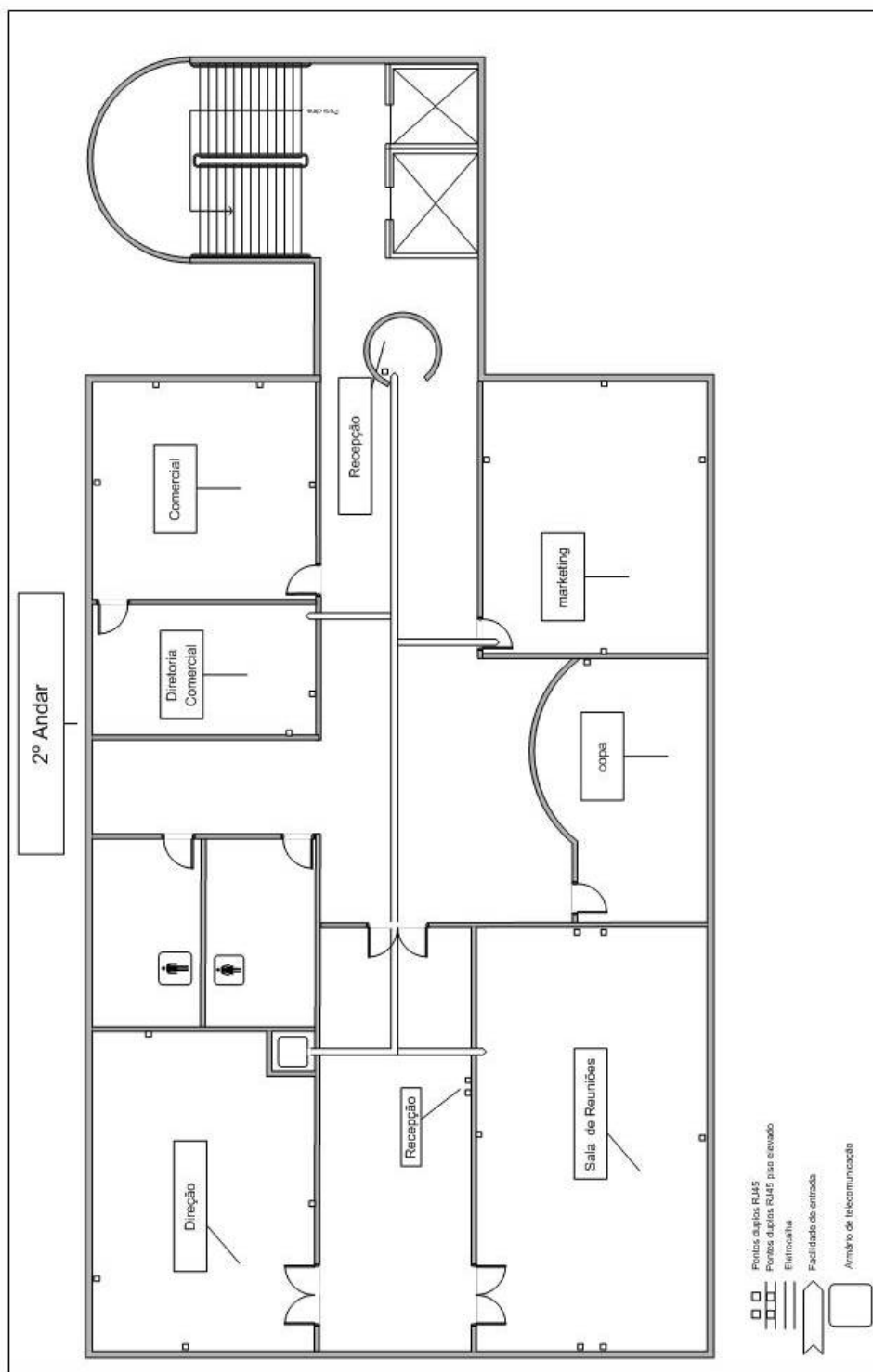


Figura B.3 – Layout do 2º Andar